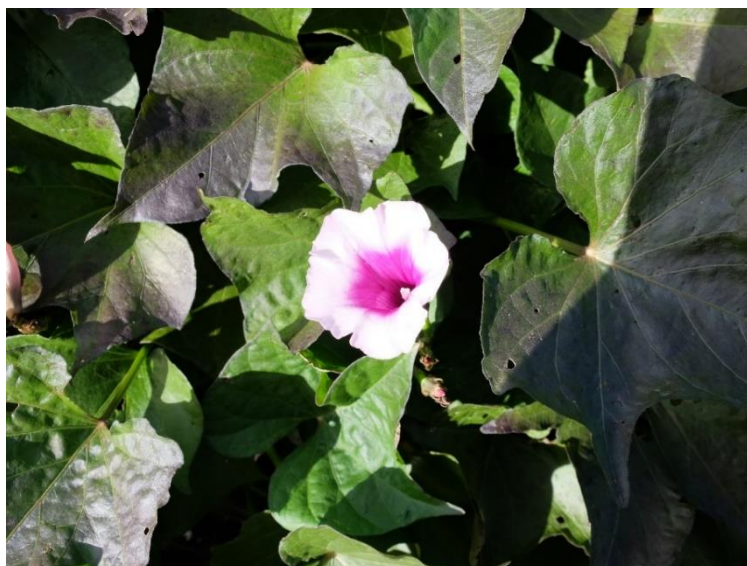


Effekt av pluggstorlek, plantålder och planteringsdjup på kvalitativ och kvantitativ skörd av två olika sorters sötpotatis *Ipomoea batatas* (L.) Lam., under svenska odlingsförhållanden.

Effect of size age planting depth and cultivar on qualitative and quantitative yield of two different cultivars of sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., under Swedish cultivation conditions.

Emanuel Elgerud



Effekt av pluggstorlek, plantålder och planteringsdjup på kvalitativ och kvantitativ skörd av två olika sorters sötpotatis *Ipomoea batatas* (L.) Lam., under svenska odlingsförhållanden.

Effect of size age planting depth and cultivar on qualitative and quantitative yield of two different cultivars of sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam., under Swedish cultivation conditions.

Emanuel Elgerud

Handledare: Helena Karlén, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Lars Mogren, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Trädgårdsingenjör:odling – kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2017

Omslagsbild: Emanuel Elgerud, blomma sötpotatissorten 'Bellevue'.

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Bäddodling, växthusproduktion, stickling, pluggplanta, näringsinnehåll, fältetablering, kulturtid, rotutveckling.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Det här arbetet är ett delavslut i ett sjuårigt projekt, med det långsiktiga syftet att utveckla en metod för att introducera exotiska växter för odling i Sverige.

Jag känner mig ytterst lyckligt lottad över att få vara, och ha varit, delaktig i en process, som förhoppningsvis kommer att ha en stor inverkan på vår syn på kombinationen livsmedelsproduktion och miljöarbete.

Resultatet hitintills har varit avhängigt flera personer vilka jag vill tacka.

Ingeborg Sörenssons fond för finansieringen av arbetets försöksodling.

Personalen på trädgårdslabbet, för hjälp med allt det praktiska.

Maria Grymer, Cecilia Ewerlöf och Erik de Vahl för skördearbetet.

Anders Hansson för assistans med växthusproduktion, skörd och skördeanalys.

Jan-Eric Englund för hjälp med den statistiska analysen.

Helena Karléns förmåga att (försöka) hålla mig tillbaka och ”på spåret”, samt förståelse för mina ”begränsningar”.

Mina systrar, Freja, Amanda och Matilda för stöd, uppmuntran, förståelse för mitt arbetsbehov och kramar.

Mina föräldrar, Tor och Christina för hjälp med ekonomi, redskap och utrustning, när jag egentligen borde ha fokuserat mindre på mitt projektarbete. Men även stöd, uppmuntran och förståelse.

Slutligen mig själv, för min ständigt drivande hunger efter kunskap.

Emanuel Elgerud, mars 2017

In order to command nature
one must first learn to obey it.



Sammanfattning

Sötpotatis härstammar från Sydamerika och är en stor jordbruksgröda internationellt sett, och populariteten ökar, inte minst i Sverige. En anledning till det är att sötpotatisen är nyttig och innehåller många bioaktiva ämnen. I Sverige säljs sötpotatisar som odlats i Spanien, Portugal och U.S.A. Med ökad miljömedvetenhet finns en större efterfrågan av livsmedel som producerats miljövänligt och lokalt. En av de stora svårigheterna med att odla sötpotatis i Sverige är att den är en värmekrävande gröda. I regel förökas sötpotatis med hjälp av örtartade sticklingar, men det förutsätter ett mildt klimat och är inte lämpligt i Sverige. Ett sätt att få en kortare kulturtid och säkrare etablering av sötpotatis, är att använda sig av pluggplantor.

Ett försök utfördes för att dels studera produktion av pluggplantor i växthus, och dels för att undersöka effekten av två olika pluggstorlekar, två olika planteringsdjup, simulerade plantåldrar (intakta rötter eller beskurna rötter), samt olika sorter ('Bellevue' och 'Orleans'), odlade på friland.

De största skillnaderna var mellan intakta och beskurna rötter. Av de båda sorterna var det 'Orleans' som hade störst vikt av lagringsrötter.

Den pluggegenskapskombination som gav bäst resultat av både salufärdiga och potentiellt salufärdiga lagringsrötter var en stor plugg med 'Orleans', som var djupt planterad med intakta rötter. Det fanns också ett samband mellan pluggstorlek och planteringsdjup. Ett sidoförsök visade dock att den bästa pluggegenskapskombination, var en liten plugg med 'Orleans' som var djupt planterad med intakta rötter, och producerad från toppsticklingar!

Slutsatsen är att sticklingsmaterial och plantålder spelar väldigt stor roll. Vidare bör odlingsteknik anpassas efter respektive sorts egenskaper. Det är också lämpligt att utveckla en strategi för att kunna beräkna idealisk skördetidpunkt.

Abstract

Sweet potato originates from South America and is a big international agricultural crop. Its popularity is increasing in Sweden. One of the reasons for that is its nutritional value. In Sweden practically all sweet potatoes sold, come from Spain, Portugal and U.S.A. In line with customer's interest in environmental friendly products, there is a general demand for locally produced food. One of the biggest difficulties in growing sweet potatoes in Sweden is that it demands a warm cultivation season. In general sweet potatoes are produced as herbaceous cuttings. It requires a mild climate and it's not suitable for Sweden. One way of dealing with that problem is the use of plug transplants.

A field trial was conducted, with green house produced plug transplants, with the aim to evaluate the effect of two different plug sizes, planting depths, intact roots and cut roots, and cultivars ('Bellevue' and 'Orleans').

The biggest differences were between the plug transplants with intact roots and cut roots. Of both cultivars 'Orleans' out yielded 'Bellevue' in total storage root weight, and the best combination of plug transplant properties consisted of a big plug transplant with intact roots, deeply planted and with the cultivar 'Orleans'.

In general 'Bellevue' had more roots that were undeveloped and that might be the cause of not enough irrigation.

The best combination of treatments was a big plug transplant, with 'Orleans' deeply planted and with intact root system. There was also an interaction between size and planting depth of the plug transplants. The second trial showed the best results with a plug transplant with the combination: small plug transplant with 'Orleans', deeply planted, with intact roots and with a top cutting as plant material.

The conclusion was that the production of plug transplants has a profound effect on the quantitative and qualitative yield, where the plant material and the age of the plug transplant is very important. Along with that the cultivation conditions must be adapted to each cultivars demands. It's also of interest to develop a strategy for calculating the ideal time for harvest.

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning	4
Abstract	5
Termer / Figurer / Tabeller	7
Introduktion och bakgrund	8
1. Syfte	10
2. Frågeställningar.....	10
Material och metoder	12
1. Litteraturstudie	12
2. Försöksodling	12
Resultat	17
1. Litteraturstudie	17
1.1. Ursprung/Historia.....	17
1.2. Biologi:.....	18
1.3. Fenologi och utvecklingspåverkande faktorer	21
1.4. Näringsinnehåll/bioaktiva ämnen	22
2. Försöksodling	23
2.1. Pluggplantsproduktion	23
2.2. Meteorologiska data	24
3.1. Odling på friland	25
3.1.1. Visuella data.....	25
3.1.2. Försöksvariablernas effekt på skördekategorierna	28
Diskussion	33
Slutsatser	42
Källförteckning	45

Bilagor:

1. Pluggar och plantmaterial
2. Odlingsyta försöksodling
3. Jämförelse pluggtillväxt 'Bellevue' (1/2), (2/2)
4. Jämförelse pluggtillväxt 'Orleans' (1/2), (2/2)
5. Tillväxtutveckling friland (1/3), (2/3), (3/3)
6. Sidoförsök
7. Deformerade/skadade lagringsrötter
8. Jordprov 2016-05-25
9. Jordprov 2016-11-09
10. Jordprov 2016-11-24
11. Näringsinnehåll sötpotatis (1/2), (2/2)

Termer / Figurer / Tabeller

AR: Adventitious root, adventivrot.

SR: Storage root, lagringsrot.

LR: Lateral root, lateral rot, sidorot.

LIR: Lignified root, lignifierad (vedartad) rot.

Cull: kvalitetsbeteckning på lagringsrot motsvarande $\varnothing < 2,5$ cm.

Canner: kvalitetsbeteckning på lagringsrot motsvarande $\varnothing 2,5 \leq 4,4$ centimeter.

No.1: kvalitetsbeteckning på lagringsrot motsvarande $\varnothing 4,4 \leq 9,0$ centimeter.

Jumbo: kvalitetsbeteckning på lagringsrot motsvarande $\varnothing > 9,0$ centimeter.

Alla figurer och tabeller av Emanuel Elgerud, om inget annat anges.

Introduktion och bakgrund

Internationellt sett är sötpotatis en stor gröda och den räknas som den nionde största grödan i världen enligt FAO (2014).

Kina är det land med överlägset störst produktion vilken uppgår till 71 miljoner ton. Andra stora produktionsländer i världen är Nigeria (3,7 miljoner), Mozambique (2,4 miljoner) och Indonesien (2,4 miljoner). I Europa är det Portugal (22,591), Spanien (13,550), Italien (6,723) och Grekland (3,038) som producerar mest. På jordbruksverket finns det ingen statistik över sötpotatisodling i Sverige (SJV 2016a).

Än så länge är sötpotatis bara en kuriositet i Sverige men intresset tycks öka, hos konsumenter i dagligvaruhandeln. De senaste 2-3 åren har det skett en markant ökning av försäljning och konsumtion. Det beror troligtvis på ändrade matvanor, att sötpotatis har florerat i matlagningsprogram, och att information om sötpotatisens näringsinnehåll sprider sig hos hälsomedvetna.

Klimatförändringar kan ge ändrade odlingsförutsättningar, och ökad efterfrågan på livsmedel gör att man behöver tänka på grödor som kan bli mer lämpliga på lång sikt. I Sverige lär det förmodligen bli lite varmare och på vissa ställen betydligt fuktigare, som ex sydvästra Sverige (SJV 2016b). Detta lär gynna odlingen av sötpotatis eftersom det är en växt som härstammar från fuktiga tropikerna.

I växtföljden kan en helt ny växtfamilj ha betydelse. Eftersom vi i Sverige inte odlar något från växtfamiljen Convolvulaceae vilken är den växtfamilj som sötpotatis tillhör. Det kan alltså potentiellt innebära mindre mängder bekämpningsmedel och/eller gödningsmedel, men också andra positiva förfruktsvärden. Det är något som går väldigt bra ihop med principer för integrerad produktion (IP) (Sigill kvalitetssystem AB 2014). Vanligt är att sötpotatis odlas på plasttäckta bäddar, och det hindrar spridning av ogräs. Det kan ha stor inverkan på efterföljande grödor som är känsliga mot ogräs. Sötpotatisens rotsystem kan sträcka sig mer än två meter ned i marken i sökandet efter vatten (Lebot 2009), och även näring. I och med det kan svårtillgänglig näring transporteras upp och användas av andra växter, om skörderester som blast lämnas kvar på marken.

Det finns inga typiska växtskadegörare som går på sötpotatis i Sverige . Inte heller några speciella virus eller bakteriesjukdomar, med tanke på att växtmaterialet som kommit in via

knölar som hobbyodlare använt sig av, torde vara av hög kvalitet. Det beror förstås på var de har odlats. En risk är alltså att smittat och dåligt växtmaterial kommer in i Sverige och förstör förutsättningarna för en kommersiell odling av sötpotatis.

Sötpotatis förökas i regel med örtartade sticklingar, så kallade ”slips”, som sticks direkt på friland. Det har dock visat sig att det kan innebära att smittor sprids, och att skördarna minskar (Bryan et al. 2003). Fler och fler försöker då utveckla system med vävnadsförökning och moderplantor i kontrollerade miljöer såsom växthus.

För att en rationell produktion ska kunna ske så gäller det att materialet är enhetligt och tål suboptimala förutsättningar under etablering. Den typen av material är exempelvis pluggplantor med ett färdigutvecklat rotsystem, som kan medföra snabb och säker etablering. Det finns även fler aspekter som gör att pluggplantor kan vara lämpliga som plantmaterial, nämligen att växtmaterialet kan lagras en längre tid och att transport blir mindre känsligt. Maskinpark som används av grönsaksodlare skulle kunna användas till sötpotatisproduktion med pluggplantor. Planteringen skulle också kunna ske nästan helt maskinellt, och i och med det innebära minskade kostnader för plantering, eftersom det i nuläget är mest vanligt med handplantering av sötpotatissticklingar.

När det gäller pluggplantor så har det visat sig att pluggåldern har stor betydelse för resultatet Islam et al. (2006); Lewthwaite & Triggs (1999) och även storleken Lewthwaite & Triggs (1999) Islam et al. (2002), samt formen Ching (2000)

Tydligt är att den positiva effekten av att använda pluggplantor, kommer vid en relativt tidig skörd. Det är något som förmodligen beror på en tidig etablering (He et al. 2000) och kan vara intressant för svenska förutsättningar.

Bakgrund till arbetet är att det under 2014 skedde en försöksodling av sötpotatis på Alnarp som följdes upp med ett till försök 2015. Ett par grönsaksodlare på Bjärehalvön i Skåne försöksodlade också sötpotatis under 2015 för att undersöka kvalitet och kvantitet. Resultaten under 2015 analyserades och ett par problemområden kunde identifieras hos grönsaksodlarna. Det gällde främst utgångsmaterial med pluggplantor som var små i storleken och hade mycket rotsnurr, och örtartade sticklingar som inte var saftspända och hade tappat blad. Till viss del handlade det om själva odlingstekniken, där en odlade satte plugg på ”potatisdrill” vilket resulterade i en ytlig plantering och att nackarna på pluggen utsattes för väder och vind. Det

förfarandet hade enormt stor negativ inverkan på skörden. Totalt sett resulterade dock pluggplantorna i bäst kvalitet och kvantitet om rotsystemen ”rätades ut” innan plantering.

Det viktigaste för alla odlare verkade vara att försöka komma fram till hur det idealiska plantmaterialet skulle se ut. Det näst viktigaste var hitta att förutsättningar för en inhemsk produktion av sötpotatisplantor, och att säkerställa en god tillgång på elitmaterial för kommersiell odling, eftersom det importerade växtmaterialet hade icke önskvärda egenskaper!

1. Syfte

Med tanke på tidigare erfarenheter så har det här arbetet till viss del fokuserat på att skapa en mer grundläggande förståelse för vad sötpotatis är för växt, eftersom det finns uppenbara kunskapsluckor hos allmänheten.

Den större delen av arbetet har inneburit ett försök med olika plantmaterial och odlingstekniker, för att försöka komma fram till en lösning på de problem som grönsaksodlarna förde fram.

2. Frågeställningar

Den första frågeställningen för arbetet har varit:

- Vilka egenskaper som sötpotatisen har, som gör den till användbar en växt för svenska odlingsförhållanden och för svenska konsumenter.

Den andra, och huvudsakliga, frågeställningen har utgått från växtmaterialet som har använts till försöksodlingen och det är:

- Vilken (försöksvariabel) har störst inverkan på resultatet?

- pluggstorlek
- planteringsdjup
- sort
- rötter

- Finns det en signifikant skillnad mellan varje försöksvariabels två pluggegenskaper?

- Stor/liten plugg
- Djup/ytlig plantering
- Sorten 'Orleans'/'Bellevue'
- Intakta rötter/avsaknad av rötter)

- Finns det en bästa kombination av pluggegenskaperna? Det vill säga finns det en specifik sorts plugg som ger bäst kvalitativt och/eller kvantitativt resultat.

En slutlig fråga är:

- Vilka ytterligare faktorer som kan ha påverkat skörden, med utgångspunkt i informationen som kommit fram i litteraturstudien.

Material och metoder

Arbetet bestod av en litteraturstudie och en försöksodling i växthus och en på friland.

1. Litteraturstudie

Litteraturstudien baserades på vetenskapliga artiklar från SLU:s biblioteks sökverktyg Primo, Web of science, branschlitteratur samt information från intervjuer och e-postkorrespondens med personer besittande fackkunskap inom ämnet sötpotatisodling.

Merparten av sökorden har varit kopplade till rotutveckling och pluggplantsproduktion så som: "root development/initiation", "plug", "transplant", "propagule", "cutting", "substrate".

Andra sökord har hört till generell odlingsteknik exempelvis: "temperature", "moisture/watering", "fertilizer". Värt att notera är att författare använt sig av inkonsekventa ordval för sötpotatis så både "sweet potato", "sweetpotato" och "sweet-potato" har varit nödvändigt att ange i sökningarna, tillsammans med "*Ipomoea batatas*".

Den första informationen är hämtad från de försöksodlingar som skedde på Alnarp 2014 och 2015. Vidare kom mer populärvetenskaplig och lättillgänglig information från LSUAgCenter (jordbruksavdelningen på Louisiana state university)

http://www.lsuagcenter.com/topics/crops/sweet_potatoes, där den välrenommerade sötpotatisforskaren Don La Bonte är verksam. LSUAgCenter publicerar information om forskning rörande sötpotatis. Ett huvudverk var Vincent Lebot's "Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams, aroids" (Crop production science in horticulture nr 17 - Cabi), varifrån mycket grundläggande information gick att få. En stor del av de artiklar som behandlar egenskaper hos rotsystemet, har producerats av Arthur Villordon och publicerats i tidsskriften HortScience. Själva försöksupplägget har till stor del baserats på A.F.M Saiful Islam et al. försök med pluggplantproduktion av sötpotatis.

2. Försöksodling

Produktionen av plantmaterial utfördes i SLU:s försöksväxthus, Växtskyddsvägen 230 53, Alnarp, Sverige, [lat. 55°39'37,953"N, long. 13°4'34,921"E].

Klimatet i växthuskammaren höll 20°C under dagtid (06.00 till 20.00), med luftning vid 22°C, samt 20°C natt (20.00-06.00) med luftning vid 22°C.

Den 23:e maj 2016 förbereddes bordsyta med svartvit plast i botten och spridarmatta ovanpå. Assimilationsbelysning tillsattes mellan 06.00 och 20.00 med 300 W/m² högtrycksnatrium. Relativ luftfuktighet (RH) i växthuskammaren hölls så hög som möjligt med hjälp av dysbevattning och vatten på golvet.

Brätten med pluggar placerades sedan på borden och vattnades upp fullständigt. Varje brätte rymde 60 stycken plugg. Pluggarna var så kallade "barakrukan" (Bara Mineraler AB), i två olika storlekar. De mindre pluggarna var cylindriska med dimensionerna 4cm (Ø) x 7cm (h) och de större 4cm (Ø) x 10cm (h) (se bilaga 1 "Pluggar och plantmaterial")

Sticklingar av sorterna 'Bellevue' samt 'Orleans' levererades från Don la Bonte (LSU agricultural center, 101 Efferson Hall, Baton Rouge LA 70803, U.S.A). Sticklingarna klipptes sedan till toppsticklingar med minst 3 noder, samt ledsticklingar med 3 stycken noder. Ledsticklingar och toppsticklingar användes till ett sidoförsök och enbart ledsticklingar användes till ett huvudförsök. Sidoförsöket innebar dels analys av resultat med inverkan av ingen bevattning och /eller avsaknad av täckmaterial, och dels effekt av toppsticklingar. Toppsticklingarna i sidoförsöket planterades med samma förutsättningar som pluggen i huvudförsöket.

Ledsticklingarna stacks i plugg så att en nod var nedstucken i substratet, och en nod var i samma nivå som pluggtoppen, och en nod en bit ovanför pluggtoppen.

Toppsticklingarna stacks med minst två stycken noder nere i substratet. Slutligen täcktes sticklingarna med genomskinlig hållplast. RH sänktes till 70%.

Pluggarnas rotutveckling och skottutveckling. Innan plantering behandlades samtliga pluggar med en 2%-ig lösning Raptol[®] (W Neudorff GmbH KG), genom att hela bladverket doppades i en behållare med lösningen.

Odlingsytan på friland fanns på [lat. 55°39'42.6"N long. 13°5'7.6"E"]. Innan plantering togs ett jordprov (se bilaga "Jordprov 2016-05-25"). Fältet gödslades upp med motsvarande 88 gram kväve/m² (YaraMila[™] Promagna 11-5-18, Yara AB), och bäddar lades upp med bäddläggare.

Bevattning skedde med två stycken droppslangar (Netafim Streamline 16080) per bädd, och över det var bäddarna täckta med svartvit "jordgubbsplast".

Odlingsförsöket var utformat som ett fullständigt randomiserat försök med 3 replikat per behandling. Odlingsytan bestod av 4 stycken rader (bäddar) på 50 meter, varav 36 meter

användes till huvudförsöket och 14 meter användes till sidoförsöket (se bilaga 2 ”Odlingsyta: försöksodling”).

Varje bädd var 1,5 meter bred och ca 20 centimeter hög. Gångarna mellan bäddarna var ca 30 centimeter breda. Varje rad bestod av 12 stycken parceller med vardera yta på 1,5 x 3 meter. Avståndet mellan raderna på varje bädd var ca 40 centimeter, avståndet från varje rad till respektive närliggande bevattningsslang var ca 25 centimeter, och avståndet från bevattningsslangarna till respektive bäddkant var ca 30 centimeter. Plantavståndet var 30 centimeter.

Fyra olika försöksvariabler användes:

- pluggstorlek,
- planteringsdjup,
- rotsystemsutformning
- sort.

Av vardera försöksvariabel fanns två stycken olika pluggegenskaper:

- stor respektive liten plugg,
- djupt respektive ytligt planteringsdjup
- intakt rotsystem (med rötter) respektive avlägsnade rötter (utan rötter)
- sorterna ’Bellevue’ respektive ’Orleans’.

Detta innebar att 16 olika pluggegenskapkombinationer användes för huvudförsöket, och varje planterad plugg svarade då mot en specifik kombination (se bilaga 2 ”Odlingsyta: försöksodling”). För sidoförsöket användes enbart kombinationerna 3 och 11. Behandlingstyp ”O” innebar att nedre delen av pluggarna/rotsystemet revs av för hand, vilket medförde att ca 1 cm av pluggbotten avlägsnades.

De olika planteringsdjupen innebar följande placering av pluggarna:

- stor plugg djup plantering där ca 1,5 cm stack upp ovanför marknivån.
- stor plugg ytlig plantering där ca 3 cm stack upp ovanför marknivån.
- liten plugg djup plantering var ganska precis i marknivån.
- liten plugg djup plantering där ca 1,5 cm var under marknivån.

Plantering skedde 9-10:e juni och i samband med det så vattnades ytan upp med 34,75 liter/m². Dokumentation av tillväxt skedde under hela kulturtiden (se bilaga 5 ”Tillväxtutveckling friland”), samt förekomst av växtskadegörare och klimatologiska parametrar. Den 8:e augusti vattnades 18 gram kväve/m² ut (KristalonTM BlueLabel 19-6-20, Yara AB), med 7,7 liter/m² vatten. Ytterligare en näringsbevattning skedde den 9:e augusti, med 26 gram kväve/m² och motsvarande 17 liter/m² vatten. Näringsbevattningen kompletterades med två bevattningar den 23:e september och den 28:e september, med 17 liter/m² respektive 14 liter/m².

Skördarbetet skedde för hand med grep mellan den 13:e och 20:e oktober.

Lagringsrötterna som skördats från respektive parcell, sköljdes av innan de transporterades till lagringslokal.

Sorterings- och analysarbetet startade 31:a oktober, genom att samtliga rötter delades upp i 6 olika kategorier:

1. ”Röta”

Lagringsrötter som hade tydliga rötangrepp (se bilaga 7: ”Deformerade/skadade lagringsrötter”, Bild H och I) sorterades först bort.

2. ”Cull”

Därefter sorterades rötter med en rot diameter mindre än 2,5 centimeter bort.

3. ”Rent”

De rötter som inte tillhörde ”Röta” och ”Cull” rengjordes och räknades då som rena rötter som skulle kunna användas vid processning.

4. ”Färdigt”

Lagringsrötter som var angripna av sork, eller som hade mekaniska skador kopplade till skörden, togs bort från ”Rent” och det som var kvar färdigt för försäljning till konsumenter.

Färdiga lagringsrötter sorterades sedan efter storlek enligt kvalitetsindelning som används av Phillips *et al.* (2005), med flera.

5. ”Canner” rot diameter 2,5 ≤ 4,4 centimeter

6. ”No 1.” rottdiameter $4,4 \leq 9,0$ centimeter

7. ”Jumbo” $\emptyset > 9,0$ centimeter

Samtliga lagringsrötter för respektive parcell, inklusive de separata utsorteringarna för röta och cull, vägdes var för sig, och sammanställdes som olika skördekategorier.

Variationsanalys (ANOVA) med en faktoriell modell (2^4) utfördes med general linear models (GLM) procedur med hjälp av Minitab® 17.1.0 (Minitab Inc. 2017). Eftersom det visade sig finnas en radeffekt så användes rad också som en faktor i modellen. Signifikansnivån var 5% ($p < 0,05$). För att kompensera för obalanser så användes LSMeans för att ange medelvärden av behandlingarna.

Tre veckor efter att skörden avslutats togs ytterligare ett jordprov för att undersöka hur mycket kväve som fanns kvar i jorden (N-min) (se bilagor ” 8. Jordprov 2016-05-25 ”9. Jordprov 2016-11-09” och ”10. Jordprov 2016-11-24”).

Resultat

1. Litteraturstudie

1.1. Ursprung/Historia

Sötpotatis härstammar från ett område mellan Peru-Ecuador-Venezuela och Mexiko (Lebot 2009). I Peru finns de hittills äldsta spåren efter användning av sötpotatis, och de har daterats till ca 7000 år f. kr (Engel 1970). I Centralamerika finns störst genetisk variation hos sötpotatis, men även en stor mängd närbesläktade arter, vilket gör det till ett förmodat uppkomstcentra (Zhang et al. 2000). Det anses också vara troligt att sötpotatis uppstått genom naturlig hybridisering mellan flera närbesläktade arter inom området (Srisuwan et al. 2006). En annan teori är att sötpotatisen har utvecklats från en ursprunglig art av *Ipomoea* (Roullier et al. 2013a). Utvecklingen från den ursprungliga arten ska även ha skett vid minst två helt separata tillfällen enligt Roullier et al. (2011), vilket gett upphov till att dagens odlade sötpotatisar härstammar från fler än ett område. Med tanke på den stora genetiska spridningen så skulle domesticering av sötpotatis även ha kunnat ske fler än en gång inom respektive specifika område. Liknande fenomen med utveckling av en unik genpool inom ett begränsat område, samt senare introduktion av nytt genetiskt material, har varit typiskt för Nya Guinea (Roullier et al. 2013b).

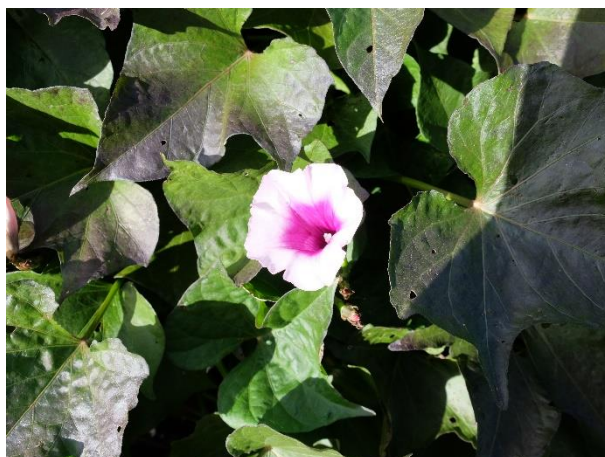
Spridningen från Centralamerika till resten av världen tros ha skett på ett flertal olika sätt vid olika tidpunkter (Lebot 2009). En väg tros ha varit i västerled med hjälp av människor från Polynesien. Teorin är att de åkt österled till Centralamerika, för att sedan ha tagit sig med sötpotatisen. Det har dock även bevisats att sötpotatisfrön är mycket tåliga, och att det har varit möjligt för fröna att spridas runt i Stilla Havet (Montenegro et al. 2007).

Till Europa introducerades sötpotatisen först i Spanien med hjälp av Columbus under sent 1400-tal (Lebot 2009). Europeiska länder som Belgien, Frankrike och Holland fick även växtmaterial från Spanien. Lite senare spred spanjorerna vidare sötpotatisen till bland annat Kina, Japan och Malaysia (O'Brien 1972). Portugiserna tog sedan över på 1500-talet och introducerade sötpotatisen till Afrika och Indien (Lebot 2009). Slutligen fördes sötpotatisen in till Nordamerika via Mexiko eller Västindien.

1.2. Biologi:

Sötpotatis tillhör batatsläktet *Ipomoea* (familjen Convolvulace), och representeras av flertalet klättrande eller slingrande växter, som kan vara både fleråriga örter samt vedartade buskar (Aldén & Rydman 2009). Växterna används både som nyttoväxter (grönsaker, rotfrukter) och prydnadsväxter (krukväxter och utplanteringsväxter som *Ipomoea tricolor* - ”blomman för dagen” och *Ipomoea lobata* - ”Spanska flaggan”). Totalt består släktet av ca 400 arter (Lebot 2009).

Sötpotatis är en flerårig växt som i regel odlas som ettårig (Lebot 2009). Växtsättet är tydligt utbrett med långa stammar med blad satta i spiral runt stammen. Hur stammarna kan arrangeras är dock olika, och det finns sorter av sötpotatis som har ett mer upprätt växtsätt snarare än utbrett. Bladen kan variera kraftigt i storlek, men även färg och form varierar stort. Enligt Hue et al. (2012) är även bladverk ett potentiellt viktigt komplement till lagringsrötter för att kunna skilja sorter åt, vilket annars kan vara väldigt svårt. Typiskt är blad i olika gröna toner till lilaaktiga-purpur (Lebot 2009). Formen kan vara både helbräddat och loberat, med olika djup inskärning. Både stammar och blad kan vara både glatta och lätt behårade. Det är inte ovanligt med heterofylli, det vill säga olikformade blad på samma planta. Vid bladnoderna sitter rotanlag som bildar rötter som rotar sig om stammarna ligger mot marken. Blommorna är samkönade, vas-/trattliknande och sitter en och en eller i klasar (Figur 1). Blomfärgen går i vitt, rosa, purpur eller lila. Ofta är utkanten på de sammanvuxna kronbladen mörkare än innerkanten.



Figur 1. Sötpotatisblomma tillhörande sorten 'Bellevue'

Frukten är en slät eller lätt hårig, svart kapsel med upp till fyra frön. Fröna kräver ingen stratifiering, men någon sorts påverkan på skalet för att kunna gro.

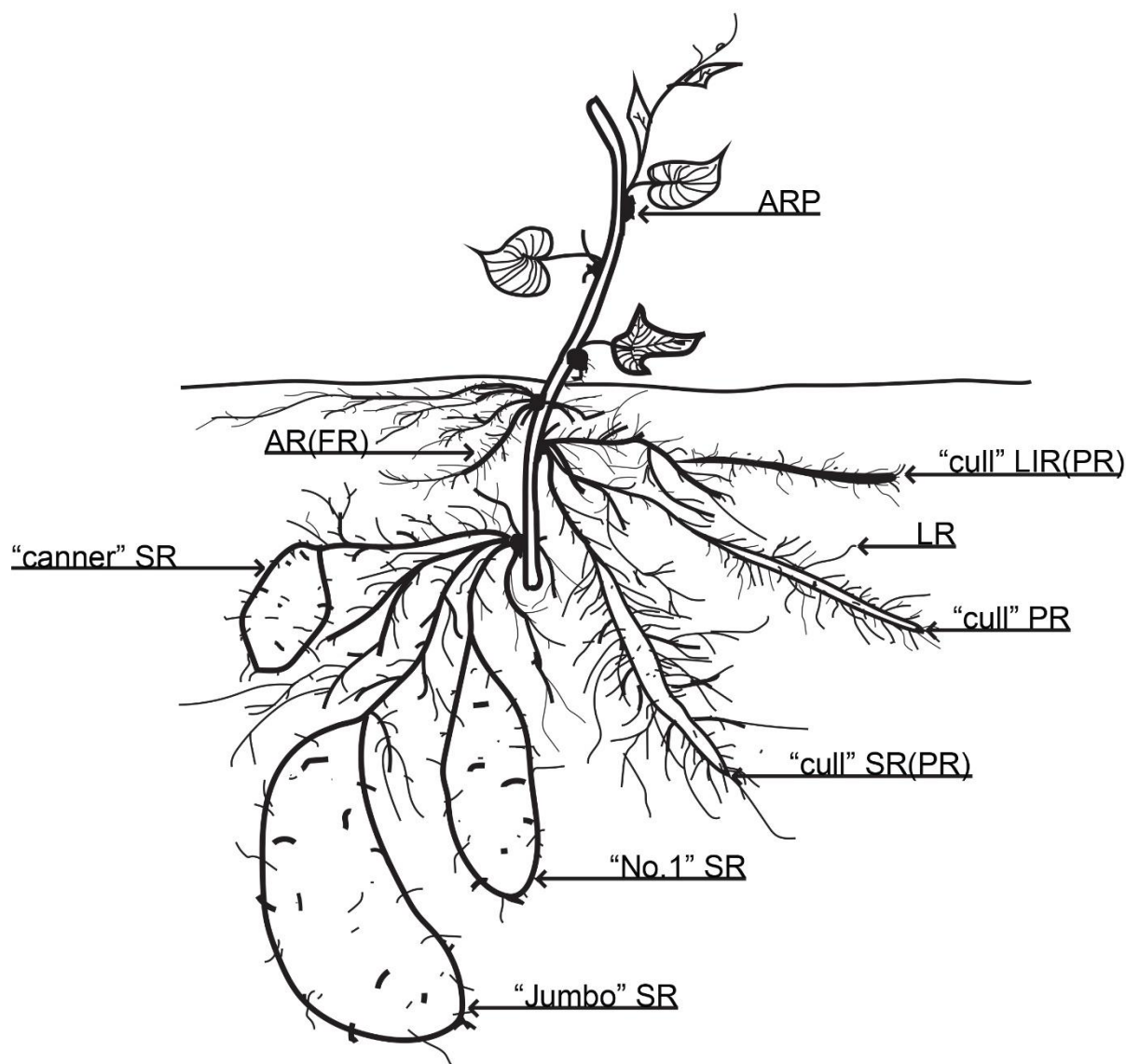
Sötpotatis producerar ett utbrett rotsystem som utgår från stammens noder (Lebot 2009). Rötterna kan dock nå ned till mer än 2 meter. Vid noderna sitter utväxter som innehåller förstadier till adventivrötter (Belehu et al. 2004). Dessa förstadier, även kallade adventivrotprimordia (ARP), efter engelskans adventitious root primordia, kan under rätt förutsättningar utvecklas till adventivrötter (AR). Lebot (2009), Belehu et al. (2004), Lee et al. (2014) anger även AR och andra tunna rötter som fibrösa rötter (FR). AR i sin tur kan vidareutvecklas till lagringsrötter, storage roots (SR) förutsatt att AR bildats från oskadade ARP eller från sårviden på avskurna stammar eller bladskäft (Belehu et al. 2004). Ytterligare en typ av rötter är pencil roots (PR), vilka kan ses som en sorts intermediär mellan AR och SR (Villordon et al. 2012). PR har ett stort antal laterala rötter (LR) som blir längre och fler om PR initieras till att bli SR. En del av PR som bildats utvecklas åt det motsatta hållet, och får mer och mer lignifierade LR så kallade lignifierade rötter (LIR) (Figur 2), vilket innebär att SR inte kan bildas.

I en studie konstaterade Villordon et al. (2009) att vissa AR som de undersökt hade olika mellanstadier av utvecklat vaskulärt kambium, som var en förutsättning för att SR skulle ha inducerats. Det fick starkare bevis i och med ett senare försök (Villordon et al. 2012), där det föreslogs att det fanns ett sorts spektrum av olika utvecklingsstadier från de lignifierade AR till SR. De menade då att PR var ett sorts stadium innan utvecklingen av antingen SR, eller LIR.



Figur 2. Lagringsrotinitierad pencil root, med vita laterala rötter, och bruna lignifierade rötter.

Under ett tidigt utvecklingsstadium är det dock svårt att skilja LIR, PR och SR-initierade PR från varandra (Figur 3). SR-initierade PR kännetecknas dock av en typ av pigmentering på primärroten, som LIR och PR saknar. Lowe & Wilson (1974) menade att den pigmenteringen var något som stämde överens med färgen på de senare utvecklade SR



Figur 3. Sötpotatisens ungefärliga rotarkitektur (ej fullständigt skalenlig) och de typer av vävnader förknippade med denna, samt vanliga kvalitetsbenämningar för lagringsrötter. ARP = Adventivrotsprimordia; LIR (PR) = Lignifierad Rot (Pencil Root); LR = Lateral Rot; PR = Pencil Root; SR (PR) = Storage Root (Pencil Root); SR = Storage Root; AR(FR) = Adventivrot (Fibrös Rot).

Fritt från Belehu et al. (2004); Mississippi State University (2014); Villordon et al. (2012).

1.3. Fenologi och utvecklingspåverkande faktorer

Sötpotatisen genomgår fyra stycken utvecklingsfaser som kännetecknas av 1) en kraftig adventivrotstillväxt, 2) blad- och stamtillväxt samt lagringsrotinitiering, 3) huvudsaklig lagringsrotstillväxt, och slutligen 4) en regenereringsfas med bildandet av nya skott (Lebot 2009).

I den första fasen förbrukar plantan mer kolhydrater än vad den producerar.

Till skillnad mot den första fasen så producerar plantan mer kolhydrater än vad den förbrukar, vilket beror på ett välutvecklat bladverk. När bladverket är fullt utvecklat så överförs merparten av de producerande kolhydraterna till vävnader som lagrar kolhydrater fram till regenereringsfasen, d.v.s. lagringsrötterna.

Regenereringsfasen går sedan över i den första fasen, och det finns inga tydliga gränser mellan de olika faserna. Sötpotatisen har alltså ingen tydlig viloperiod utan någon form av tillväxt sker hela tiden.

Sötpotatis är ett växtslag som starkt gynnas av hög ljusintensitet och hög temperatur (Lebot 2009), vilket kan härledas till dess ursprung i de fuktiga tropikerna. Blominducering kan ske vid kort dag (<11 timmar), men förutsätter också en hög temperatur, vilket gör att blomning i regel uteblir i länder med tempererat klimat.

Kort dag innebär också att tillväxt av lagringsrötter främjas.

Både temperaturen i luften och i marken har stor betydelse för sötpotatis. Temperaturen i luften får gärna vara över 24°C och inte under 10°C, samtidigt som temperaturen i marken inte bör vara lägre än 15°C och inte högre än 30°C (Lebot 2009).

Näringsallokering influeras kraftigt av fenologiskt stadium, där den stora tillväxten i bladmassa under den andra utvecklingsfasen, kräver mycket kväve (Lebot 2009). När lagringsrötterna växer till så ökar kaliumbehovet, vilket är i storleksordningen dubbelt så mycket som kvävebehovet. I den tredje utvecklingsfasen hämmas utvecklingen av lagringsrötterna om det är mycket kväve i jorden. Lagringsrötterna kan även lignifieras.

En god vattentillgång är viktigast vid etablering och när lagringsrötterna växer till (Lebot 2009). Samtidigt tycks tillväxten av lagringsrötter stimuleras av en kortare period av bristande vattentillgång. Brist på vatten kan även medföra att blommor utvecklas. För mycket vatten

kan också vara negativt på så sätt att det kan leda till en syrefattig rotmiljö. Det är en av anledningarna till att sötpotatis med fördel odlas på upphöjda bäddar.

1.4. Näringsinnehåll/bioaktiva ämnen

Både blad och lagringsrötter av sötpotatis kan användas som föda (Lebot 2009).

Kolhydrater utgör merparten av lagringsrötternas innehåll, där stärkelse och sockerarter är den största delen. Smaken på sötpotatis definieras i stort av vilka sockerarter som ingår och vilka mängder det är. Det kan skilja väldigt mycket mellan olika områden där sötpotatis odlas.

Proteininnehållet kan variera med både sort och odlingsteknik. Vidare lagrar sötpotatisen in protein i olika vävnader så att mer finns i delen närmast bladverket, och även i skalet.

Ämnen som medför färgskillnader i lagringsrötterna är antocyaner och karotenoider.

Över lag varierar näringsinnehållet stort mellan olika sorter, vilket är som tydligt i just färgen men främst i sockerarterna (LSUagc 2016). I samma publikation framkom även att sammansättningen hos sockerarterna förändras med lagringsförhållandena, och att sockerarter övergår till nästan enbart maltos när rötterna har stekts. Vid processning är det inte bara sockerarter som förändras, utan också merparten av de andra näringsämnen, inklusive bioaktiva ämnen, som lagringsrötterna innehåller (USDA 2016a; 2016b) (se bilaga 11 "Näringsinnehåll sötpotatis (1/2), (2/2)").

Exempel på det är β -karoten och C-vitamin (Rautenbach et al. 2010), som har visat sig minska vid processning. Detta skiljer sig dock mot USDA:s (2016b) värden som antyder att mängden ökar vid kokning/stekning.

I samma studie av Rautenbach et al. (2010), undersöktes innehåll av antioxidanter, bland annat β -karoten och C-vitamin i fyra olika sorter, och de kom fram till att de med orangefärgat kött innehöll mer antioxidanter än sorter med ljus kött. Mängden antioxidanter ökade också vid torka.

Storleken (utvecklingsstadie) har också inverkan på mängden bioaktiva ämnen i både blad och lagringsrötter enligt Padda & Picha (2007). Unga blad och små lagringsrötter hade större andel fenoliska syror än de som var fullt utvecklade. I lagringsrötterna förekom även bioaktiva ämnen i större utsträckning i de yttre delarna än i de inre delarna. Cevallos-Casals & Cisneros-Zevallos (2002) kom liknande fram till att de yttre delarna av sötpotatis innehåller upp till tre gånger mer antioxidanter än de inre delarna.

Ytterligare en faktor som kan påverka mängden antioxidanter är temperaturen vid odling och efter läkningsprocessen (curing) (Villavicencio et al. 2007). De undersökte effekten av låg odlingstemperatur och märkte att mängden antioxidanter var större än vid hög

odlingstemperatur. Efter läkningsprocessen hade dock mängden antioxidanter minskat markant, och var större bland de sötpotatisar som haft hög odlingstemperatur.

2. Försöksodling

2.1. Pluggplantsproduktion

Det gick att se en skillnad i utseende/form/kvalitet på sticklingarna av de olika sorterna (se bilaga 1 Pluggar och plantmaterial bild B). Sticklingarna av 'Orleans' hade längre internoder och verkade mer "kraftiga" än 'Bellevue' (se bilaga 1 "Pluggar och plantmaterial B").

Det var även initialt en stor skillnad i tillväxt mellan de båda sorterna vid rotningen av sticklingar (se bilagor 3 "Jämförelse pluggtillväxt 'Bellevue' (1/2), (2/2)" och 4 "Jämförelse pluggtillväxt 'Orleans' (1/2), (2/2)"). Efter endast två dygn efter stickningen hade adventivrötter växt ut från noden som satt precis ovanför toppen på pluggen. Två dygn senare hade adventivrötterna hunnit växa ned till botten av den mindre pluggen med 'Bellevue'. Redan då började rötterna att böja sig och uppvisa tecken på rotsnurr. I den större pluggen lyckades rötterna nå botten först två dygn senare

'Orleans' uppvisade ett lite annorlunda mönster på så sätt att rotutvecklingen från AR till botten av pluggen, skedde först i den stora pluggen och inte i den lilla. Enorm skillnad märktes sedan av vid sex dygn efter stickningen där båda pluggstorlekarna hade utvecklat mängder med AR och LR.

Till en början såg det ut som att nästan alla AR växte ned längs med pluggarna, och inte genom substratet. I slutet av kulturtiden hade samtliga pluggstorlekar och sorter, många skadade AR och LR. Överlag såg ändå rötterna i botten bäst ut.

Dagen innan plantorna skulle planteras på friland så flyttades pluggbrättarna till en annan plats på odlingsbordet. Det visade sig då att många av rötterna på de andra pluggplantorna, som inte hade fått rotutvecklingen undersökt, hade vuxit fast i spridarmattan. När pluggbrättarna flyttades så slets många rötter av och lämnades på spridarmattan (Figur 4).



Figur 4 Pigmenterade rötter (lagringsrotinitierade) och vita pencil roots med laterala rötter, fastvuxna och kvarlämnade på spridarmatta.

2.2. Meteorologiska data

Under juni, juli och augusti var det inga större skillnader i klimat och marktemperatur (Tabell 1.). Gissningsvis hade dock juni haft lägre värden med tanke på att kulturtiden startade först andra veckan i juni. September skilde sig ytterligare några procentenheter i temperatur, medan oktober skilde sig långt mycket mer från övriga månader, trots att det var räknat på mindre tid än hela månaden.

Medelnederbörden var däremot högst i oktober, följt av juni, juli, augusti och september. I oktober var det nästan sju gånger så mycket nederbörd som i september!

Vindstyrkan var snarlik under hela säsongen, och medelsolinstrålningen sjönk stadigt från och med augusti.

Antalet graddagar var förväntat högst under juli och augusti, och skillnaden mellan juni och september var inte särskilt stor. Samma sak som med medeltemperaturen så borde värdena för graddagarna varit mindre under Juni med tanke på klimatet i juni innan planteringsdatumet.

I oktober lyckades enbart fyra graddagar uppnås på de ca två veckorna som kulturtiden varade. Marktemperaturen var också lägst under oktober, med $+11,3^{\circ}\text{C}$, och det var en mycket stor skillnad mot de övriga månaderna.

Tabell 1. Medeltemperatur, medelnederbörd, medelvindstyrka, medelsolinstrålning, graddagar och medelmarktemperatur på 5 samt 20 cm djup^a, säsongen 2016 Alnarp.

Månad	Medel-temperatur (°C)			Nederbörd (mm)		Medel-vindstyrka (m/s)	Medelsol-instrålning (MJ/m ²)	Graddagar (antal) ^c	Marktemperatur (°C)	
	Medel ^b	Låg	Hög	Medel	Totalt				MT5 ^d	MT20 ^e
Juni	17,1	9,2	24,6	3,7	78	2,7	18,2	141	18,7	19
Juli	18,3	11,1	26,4	2	63	2,6	18,5	238	19,1	19,4
Augusti	17,3	9,5	26,2	1,7	52,8	3,3	15,8	210	17,4	17,6
September	16	8	25,1	0,5	14,4	2,8	12,5	171	16,1	16,4
Oktober	8,9	4,7	13,5	3,4	18,4	3,5	5,8	4	11,3	12,3

^aMeteorologiska data från SMHI via LANTMET (2016-06-10 till och med 2016-10-13)

^bMånadsmedel av varje dygns medeltemperatur

^cGraddagar med bastemperatur +10°C

^dMedelmarktemperatur på 5 cm djup

^eMedelmarktemperatur på 20 cm djup

3.1. Odling på friland

3.1.1. Visuella data

Plantorna hade fått ett skadat bladverk efter planteringen, då de inte hade avhärdats först. En skillnad i tillväxt mellan de olika raderna upptäcktes ca 47 dagar efter plantering. Rad nummer fyra (se bilaga 2 "Odlingsyta försöksodling"), hade märkbart sämre tillväxt än de andra raderna.

Temperatur och fukt under plasten varierade under kulturtiden.

Generellt sett så var temperaturen under plasten högre än ovanför plasten. Mängden fukt varierade med vädret, och det var omväxlande torrare och fuktigare under plasten. Ingen torkstress syntes på plantorna.

Runt 65 dagar efter plantering utvecklade 'Bellevue' blommor på ca 5 plantor, men 'Orleans' gjorde inte det. Antalet plantor som blommade ökade tills strax mindre än 10 plantor blommade.

Bladverket ändrade också karaktär under kulturtiden. Från början var det flest primära stammar som växte ut. Efter ett rätt långt tag började de sedan förgrena sig i flera led. Ett par veckor innan skörd ändrade sig arkitekturen på stammarna. De växte inte ut mer i sidled, vilket gjorde att det blev tomma fläckar i bladmassan mellan raderna. Samtidigt var det flera stammar som började växa på höjden, upp till 35-45 cm.

Vid skördarbetet stod det också klart att odlingen hade angripits av sorkar, då flera lagringsrötter hade skadats (se bilaga 7 "Deformerade/skadade lagringsrötter" E).

Vid det sista bevattningstillfället märktes ett par läckor av på båda av rad fyra's bevattningsslangar, och en av rad tre's bevattningsslangar.

Det fanns avsevärda skillnader i rotsystemets arkitektur och lagringsrötternas utformning, och detta gällde främst mellan de olika sorterna.

'Orleans' hade relativt långa, och någorlunda jämsmala rötter, som utgick från pluggplantans bas och spred sig ned i marken likt ett upp och nedvänt "V", med en förhållandevis snäv vinkel (ca 90-100°). Ett fåtal rötter gick lite mer ytligt, ett par cm under plasten, och närmare ut mot körspåret mellan raderna. 'Bellevue' däremot hade kanske några fler ojämna rötter, men i stort sett samma kvalitet som 'Orleans'. Utmärkande var dock att 'Bellevue' hade betydligt fler rötter som spred sig ned i marken med en vinkel snarare kring 130°. 'Bellevue' hade utvecklat en märkbart större andel ytliga rötter än 'Orleans'. I vissa fall gick det att se lagringsrötter som helt gått ut i körspåren. De lagringsrötterna var ofta närmare 50 cm långa, och såg ut på ett särartat sätt, nämligen med en extremt tunn rot, följt av en uppsvälld del i änden (se bilaga 7 "Deformerade/skadade lagringsrötter" A). Samma typ av rötter fanns även på 'Orleans', men inte i samma utsträckning.

Båda sorternas rötter som gick ytligt, skadades relativt lätt vid skördarbetet. Fler och större skador inträffade på 'Orleans' då de rötterna var både större och satt tätare tillsammans. Ett "felgräv" resulterade då i mer skador på 'Orleans' än 'Bellevue' då den senare hade mer spridda rötter.

På uppskattningsvis 20-30% utgjordes merparten av lagringsrötterna av ett "nystan" (se bilaga 7 "Deformerade/skadade lagringsrötter" B). De hade vuxit in i varandra och var ofta formade som "S" i 90 graders vinkel mellan vardera ände. Nedanför nystanet fanns det en del lagringsrötter som hade en vanlig cylinderform. En annan avvikande form på lagringsrötterna var sådana som först hade en mer rundad form, som sedan gick över i den vanliga cylinderformen (se bilaga 7 "Deformerade/skadade lagringsrötter" F).

Ett ytterst fåtal lagringsrötter visade tecken på skottbildning, och 'Bellevue' var överrepresenterad där (se bilaga 7 "Deformerade/skadade lagringsrötter" D).

Angreppen av växtskadegörare på lagringsrötterna såg inte ut att vara särskilt många förutom de som orsakats av sorken, men en annan typ av skada var håligheter som förmodligen var gjorda av knäpparlarver (se bilaga 7 "Deformerade/skadade lagringsrötter" C). Det var få lagringsrötter som inte hade ett endaste hål. Där tycktes det inte vara någon skillnad mellan de olika sorterna. Möjligen var det så att de lagringsrötterna som var formade som nystan, inte hade fullt lika mycket angrepp som de cylinderformade.

Förekomst av växtpatogener var gissningsvis enbart rötorna som visade sig som relativt sammanhängande vita mycel på lagringsrötterna. På sina ställen gick färgen i mer ljusgult, men det var försvinnande lite. Rötorna verkade ha olika utvecklingsstadier, vilka ofta föranleddes av insjunkna och mörka partier. Där gick det att se enstaka små svampkolonier. De insjunkna delarna såg inte ut att ha orsakats av mekaniska skador, och de var spridda över hela lagringsrötterna. Båda sorterna hade ungefär lika mycket skador. Värt att notera är att de insjunkna partierna många gånger hade utgått från vilande knopp- eller rotanlag på lagringsrötterna (se bilaga deformerade/skadade lagringsrötter I, H, respektive G).

De plantor i sidoförsöket som inte fått någon bevattning eller plast såg praktiskt taget lika ut när de planterades, som när skörden skedde. Etableringen verkade ha uteblivit helt (se bilaga "Sidoförsök"). Plantorna som fått bevattning men ingen plast, växte till bra i början på säsongen och fick ett relativt stort bladverk. Senare in på säsongen blev de plantorna praktiskt taget utkonkurrerade av ogräs. Detta gjorde att det knappt var någon skillnad på plantorna i sidoförsöket, när skörden skedde. Pluggen med toppsticklingar, som haft både plast och bevattning, visade sig dock ha en obefintlig mängd deformerade rötter, och storleken och mängden påminde i stort om de bättre lagringsrötterna i huvudförsöket. Det var en väldigt stor skillnad mellan pluggen med toppsticklingar och pluggen med ledsticklingar i sidoförsöket (se bilaga Sidoförsök, jämförelse ledsticklingar och toppsticklingar).

3.1.2. Försöksvariablernas effekt på skördekategorierna

Andelen lagringsrötter med kvaliteten Jumbo var försvinnande lågt, och redovisas inte i statistiken.

Rotsystem

Analys av jämförelsen mellan intakt rotsystem och avlägsnat rotsystem, visade på flest skillnader hos alla försöksvariabler (Figur 5 A). Pluggplantorna med avlägsnat rotsystem hade signifikant högst vikt av lagringsrötter på "Cull" ($p=0,000$) och "Canner" ($p=0,050$). Samtidigt stod pluggplantor med intakta rotsystem för högst vikt av "No.1" ($p=0,010$). Det värdet var även högst bland samtliga försöksvariabler. Även värdena för "Rent" och "Färdigt" var högst bland försöksvariablerna, hos pluggplantor med intakt rotsystem.

Planteringsdjup

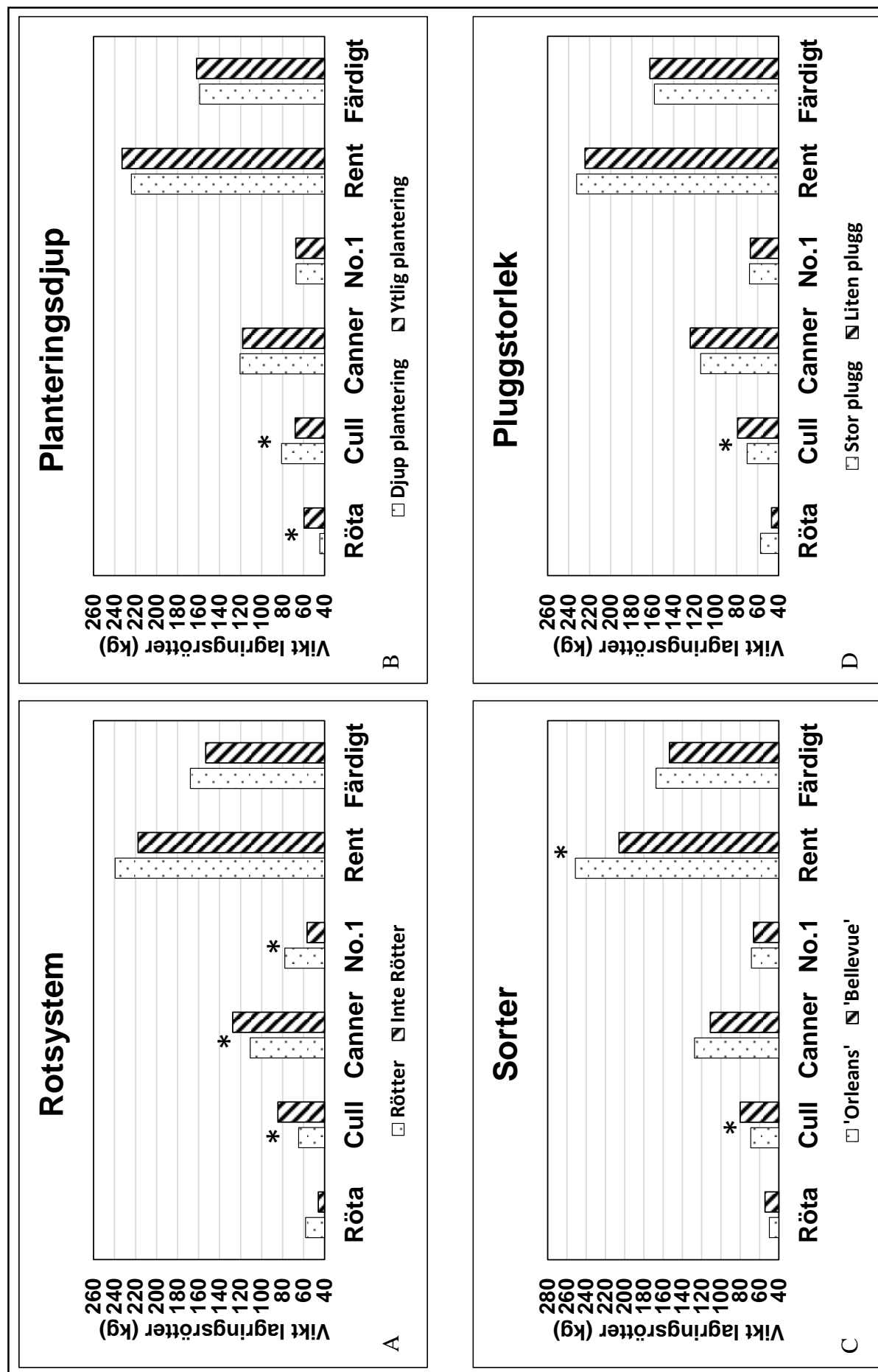
En djup plantering resulterade i mer "Cull" ($p=0,000$), än en ytlig plantering, med 81,1 respektive 68,1 kg (Figur 5 B). Vidare stod pluggplantor med djup plantering för försöksvariablernas lägsta värde på "Röta" (44,5 kg) vilket var signifikant lägre än för pluggplantor som var ytligt planterade ($p=0,027$).

Sorter

Näst efter rotsystemet så var det de olika sorterna som hade störst skillnader. 'Orleans' svarade inte bara för signifikant högre värden på "Rent" ($p=0,000$), utan det var också högst (251,2 kg) bland alla försöksvariabler (Figur 5 C). Samtidigt hade 'Orleans' näst högst värde på "Färdigt" (167,4 kg). 'Bellevue' hade signifikant högre värde på "Cull" ($p=0,003$).

Pluggstorlek

Endast en signifikant skillnad ($P=0,039$) fanns på Cull, där en liten plugg hade en vikt på 79,1 kg, och en stor plugg 70,1 kg (Figur 5 D).



Figur 5 Statistisk data över olika skörde kategorier. Röta = rötangrepp, Cull = lagringsrötter med diameter $< 2,5$ centimeter, Canner = lagringsrötter med diameter $2,5 \leq 4,4$ centimeter, No.1 = lagringsrötter med diameter $4,4 \leq 9,0$ centimeter, Rent = lagringsrötter som fanns kvar efter att röta och cull sorterats bort, Färdigt = lagringsrötter som fanns kvar efter att sorkangripna och mekaniskt skadade lagringsrötter sorterats bort. Markering med "*" visar på signifikant skillnad ($p < 0,05$) mellan understående par.

Kombinationernas effekt på skördeparametrarna

Vid den visuella undersökningen av kombinationerna av pluggegenskaper stod det klart att det fanns en avsevärd inverkan av rad. Rad fyra hade betydligt mindre värden än övriga rader vilket berodde på konkurrens med närliggande träd. Mycket riktigt visade den statistiska analysen att om "Rad" fördes in som försöksvariabel, (d.v.s. om rad fyra jämfördes med medel på övriga tre rader) så innebar det en signifikant skillnad på samtliga skördeparametrar ($p < 0,000$). Detta medförde att analysen av respektive kombination av pluggegenskap tog hänsyn till radeffekten, och då räknades inte medel ut för varje kombination utan LSMeans. De absolut största avvikande värdena kunde då härledas till kombinationer där en eller flera replikat fanns i rad fyra, som exempelvis skördekategorin "Rent" för kombination 11, med två replikat i rad fyra.

De lägsta respektive högsta totala värdena för skördade lagringsrötter (Tabell 2), i varje skördekategori var följande kombinationer av pluggegenskaper (se bilaga 2 "Odlingsyta: Försöksodling").

Röta

- Lägsta värdena hade kombination 12 (2,9 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', liten plugg, djupt planterad, avlägsnade rötter.
- Högsta värdena hade kombination 5 (9,5 kg), med pluggegenskaperna: 'Bellevue', stor plugg, ytligt planterad, intakta rötter.

Cull

- Lägsta värdena hade kombination 13 (5,7 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', stor plugg, ytligt planterad, intakta rötter.
- Högsta värdena hade kombination 12 (12,6 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', liten plugg, djupt planterad, intakta rötter.

Canner

- Lägsta värdena hade kombination 5 (8,3 kg), med pluggegenskaperna: 'Bellevue', stor plugg, ytligt planterad, intakta rötter.
- Högsta värdena hade kombination 10 (19,3 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', liten plugg, ytligt planterad, avlägsnade rötter.

No.1

- Lägsta värdena hade kombination 14 (5,1 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', stor plugg, ytligt planterad, avlägsnade rötter.
- Högsta värdena hade kombination 15 (14,2 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', stor plugg, djupt planterad, intakta rötter.

Rent

- Lägsta värdena hade kombination 4 (20,4 kg), med pluggegenskaperna: 'Bellevue', liten plugg, djupt planterad, avlägsnade rötter.
- Högsta värdena hade kombination 13 (35,8 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', stor plugg, ytligt planterad, intakta rötter.

Färdigt

- Lägsta värdena hade kombination 4 respektive 14 (15,9 kg) med pluggegenskaperna: 'Bellevue', liten plugg, djupt planterad, avlägsnade rötter, respektive: 'Orleans', stor plugg, ytligt planterad, avlägsnade rötter.
- Högsta värdena hade kombination 15 (26,0 kg), med pluggegenskaperna: 'Orleans', stor plugg, djupt planterad, intakta rötter.

Tabell 2. Total- och medelvärden för röta, cull, rent, färdigt, No.1 och canner för kombinationer av plugg-egenskaper (K) 1-16.

K	Vikt lagringsrötter (Kg)											
	Röta		Cull		Rent		Färdigt		No. 1		Canner	
	Totalt	LSM	Totalt	LSM	Totalt	LSM	Totalt	LSM	Totalt	LSM	Totalt	LSM
1	8,4	2,6	8,6	2,8 abc	28,7	8,8	22,7	6,7	8,9	2,6 ab	15,7	4,8
2	7,6	2,6	11,0	3,6 ab	28,3	9,5	21,6	7,3	9,9	3,3 ab	15,8	5,3
3	6,4	2,2	9,9	3,5 ab	27,9	9,5	20,2	6,9	9,3	3,1 ab	14,4	4,9
4	3,5	1,2	11,8	4,1 a	20,4	7,5	15,9	5,9	6,0	2,4 ab	14,0	5,0
5	9,5	3,0	8,8	2,9 abc	27,4	8,3	18,5	5,3	9,4	2,7 ab	8,3	2,4
6	5,8	2,0	8,2	2,7 abc	23,4	7,9	16,9	5,8	6,8	2,3 ab	14,1	4,8
7	7,4	2,5	9,8	3,4 abc	23,5	8,5	17,9	6,5	8,0	3,0 ab	12,6	4,5
8	5,8	2,1	12,1	4,1 a	26,2	8,3	19,9	6,3	7,8	2,3 ab	16,1	5,3
9	6,0	1,8	7,9	2,1 bc	33,4	10,0	24,6	7,3	12,9	4,0 ab	15,7	4,7
10	6,0	2,0	10,4	3,6 ab	29,3	10,5	21,5	7,7	6,1	2,4 ab	19,3	6,7
11	6,1	2,3	6,9	2,7 abc	27,3	10,8	17,6	7,4	6,9	3,0 ab	13,5	5,3
12	2,9	0,7	12,6	3,8 ab	29,2	9,3	18,5	5,7	6,9	2,3 ab	15,8	4,9
13	7,7	2,4	5,7	1,6 c	35,8	11,0	20,3	5,9	8,3	2,4 ab	15,5	4,7
14	8,7	2,7	7,5	2,4 abc	26,6	8,1	15,9	4,5	5,1	1,3 b	13,6	4,1
15	6,6	2,3	7,1	2,6 abc	35,4	12,0	26,0	8,8	14,2	4,7 a	15,2	5,2
16	5,8	2,0	10,9	3,6 ab	34,2	11,5	23,0	7,8	8,1	2,7 ab	18,9	6,4

a-d: Medel inom en column följt av samma bokstav är inte signifikant olika vid $p < 0,05$, enligt LSMMeans.

Röta = rötangrepp, Cull = lagringsrötter med diameter $< 2,5$ centimeter, Canner = lagringsrötter med diameter $2,5 \leq 4,4$ centimeter,

No.1 = lagringsrötter med diameter $4,4 \leq 9,0$ centimeter, Rent = lagringsrötter som fanns kvar efter att röta och cull sorterats bort,

Färdigt = lagringsrötter som fanns kvar efter att sorkangripna och mekaniskt skadade lagringsrötter sorterats bort

Diskussion

Vid odling av sötpotatis är det viktigast att få fram en önskvärd kvantitet och kvalitet på skörd. Vad beträffar sötpotatis så finns det två (eller egentligen tre) kvalitetsklasser som är intressanta, enligt ett kvalitetssystem Phillips *et al.* (2005). Dessa är främst ”No.1” som står för den högsta kvaliteten, och ”Canner” respektive ”Jumbo”, som står för den näst högsta kvaliteten. Vad lagringsrötterna ska användas till, d.v.s. vilken kvalitet som efterfrågas, avgör hur ”Canner” och ”Jumbo” värderas.

De lagringsrötter som räknas till ”Cull” kan ses som sådana som har potential att utvecklas till någon högre kvalitet, förutsatt att rätt odlingsförutsättningar finns.

Eftersom det är själva lagringsrötterna som skördas hos sötpotatis så är det alltså intressant att studera vilka faktorer det är som styr en idealisk utveckling av lagringsrötterna. Utvecklingen från skott till lagringsrot går via adventivrotsprimordia, till adventivrot, pencil root och till slut lagringsrot. Utvecklingen har inga tydliga gränser utan de olika stadierna flyter in i varandra. När lagringsrötterna ”mognar” så lignifieras lateralerötterna i allt större utsträckning, vilket innebär att de skördeklara lagringsrötterna har ytterst få lateralerötter. Något som är avgörande för att lagringsrötter ska kunna bildas är alltså om lateralerötter och adventivrötter börjar lignifieras i ett väldigt tidigt utvecklingsstadium. Eftersom rotsystemet utvecklas från skotten så är det inte svårt att tänka sig att konditionen på utgångsmaterialet, det vill säga sticklingarna, har haft en inverkan på resultatet, och att produktionen av pluggplantorna har haft stor betydelse!

Sorter

Något som kunde påverka ’Bellevue’'s mindre rotsystem i slutet på pluggplantsproduktionen, är att den sorten är svår att föröka från lagringsrötter (La Bonte *et al.* 2015).

Fram tills nu tycks det dock inte finnas någon information om pluggplantsproduktion av ’Bellevue’. Kvalitativ och kvantitativ skörd av ’Orleans’ har i försök varit lite bättre än den vanliga och populära sorten ’Beauregard’, i synnerhet i sandiga siltiga lättleror, eller siltiga sandiga lättleror (La Bonte 2012). ’Bellevue’ har emellertid också jämförts med ’Beauregard’ och fått liknande skörderesultat (La Bonte *et al.* 2015).

En skillnad mot ’Orleans’ var dock att ’Bellevue’ producerade en större mängd av kvaliteten Jumbo i jämförelse med ’Beauregard’. Det märktes ingen skillnad i antal eller vikt hos kvaliteten Jumbo mellan ’Bellevue’ och ’Orleans’ i försöket.

Och med tanke på att både 'Bellevue' och 'Orleans' presterat ungefär lika bra i jämförelse med 'Beauregard', är det lite förvånande att 'Orleans' hade signifikant högre värden för "Rent", än vad 'Bellevue' hade (Figur 5 C). Andelen "Röta" var högst (Figur 5 C) hos 'Bellevue' och den är även känd för att vara mottaglig för bakteriell rotröta (La Bonte et al. 2015). Det finns dock inga tidigare försök där 'Bellevue', har jämförts med 'Orleans'.

Rotsystem

Rottillväxten var anmärkningsvärd, och det tog inte många dagar innan den första rotsnurren konstaterades vid pluggplantproduktionen. Kulturtiden var tänkt att vara antingen 12 eller 15 dygn, men redan efter 5 dygn så kom tankar på att korta ned kulturtiden helt. På grund av att det följde med skalbaggar på sticklingarna, så kunde inte plantorna lämna växthuset förrän klarsignal från Plantkontrollenheten, vilket i sin tur gjorde att kulturtiden blev 13 dygn.

Bland försöksvariablerna var det just en som verkligen stack ut och det var rotsystemets utformning, det vill säga intakta rötter och avsaknad av rötter. Det var mest tydligt vilken effekt ett intakt rotsystem hade, om man ser till värdena för. "No.1" (Figur 5 A), och även för "Rent". Intakta rötter innebar alltså generellt sett högst kvalitativ och kvantitativ skörd!

Enligt Ma et al. (2015) så varierade antalet utvecklade adventivrötter från adventivrotsprimordia utifrån en nods ålder, det vill säga vilken position på stammen noden sitter. De kom fram till att yngre noder, d.v.s. de som satt överst på stammen, i regel innehöll färre ARP och utvecklade samtidigt färre AR än äldre noder. Längden på AR varierade även med åldern på noden, där äldre noder producerade längre AR än yngre noder, samt på en kortare tid. Deras slutsats var då att konditionen på moderplantan, varifrån sticklingen tagits, hade stor inverkan på antalet ARP som bildas vid respektive nod. Detta gör att det är oerhört viktigt att använda sig av ett homogent växtmaterial för att uppnå en önskvärd lagringsrotsdensitet. Med fördel bör alltså sticklingar av samma ålder (samma nodposition) användas tillsammans.

I huvudförsöket 2016 varierade nodåldern med sticklingarna, och det var inte helt konsekvent valt med tanke på att sticklingsmaterialet varierade i kvalitet. Vissa fick de äldsta noderna avlägsnade och andra fick mer unga noder avlägsnade i stickningsprocessen. I snitt var det ändå sticklingar med nodposition 8-10 räknat från toppen på stammen, och det var samtidigt

två stycken noder som hade kontakt med substratet i pluggen. Det innebar att potentiellt 14-22 stycken adventivrötter skulle ha varit utvecklade!

En pluggplanta med en nod stucken i pluggen skulle då ge potentiellt 9 stycken SR från samma antal AR, vilket är ett lämpligt antal om man ser till vilken storlek som lagringsrötter i regel får vid goda odlingsbetingelser och det antalet. Fler SR-initierade lagringsrötter ger fler och mindre lagringsrötter vid skörd, än färre SR-initierade lagringsrötter som ger färre och större lagringsrötter.

Med hänvisning till Ma et al (2015) studie så borde gissningsvis en toppstickling med ca 6 noder ge ≤ 4 utvecklade AR och ytterligare ≤ 5 AR skulle vara initierade. En toppstickling med 6 noder skulle kanske kunna vara lämpligt vid förökning genom pluggplantor, om man ser till både mängden initierade och utvecklade AR. Skillnaden mellan 9 och 24 stycken utvecklade AR är avsevärd, även om samtliga AR inte vidareutvecklats till SR. Detta bör absolut ha medfört att plantmaterialet inte var homogent, och det påverkade med högsta sannolikhet resultatet. Det var på ett ungefär också samma storlek (6 noder) som användes vid sidoförsöket med toppsticklingar. Vid den subjektiva bedömningen var det också så att de SR som utvecklats där var färre och knappt märkbart större än de SR i huvudförsöket.

Pluggform, pluggstorlek, pluggålder

Vidare så påverkade även pluggåldern resultatet av mängden skördade SR. Villordon et al. (2009) undersökte vid vilken tidpunkt som AR initierades till SR och kom fram till att det skedde så tidigt som 5 till 7 dagar efter plantering av stickling.

Mängden AR som bildades ökade upp till 21 dagar efter plantering, och de SR som bildades kunde härledas till just dessa AR. Detta innebar att det inte verkade utvecklas fler AR senare under säsongen, och att de första ca 3 veckorna efter plantering hade en avgörande betydelse för mängden SR som bildades.

Kulturtiden för pluggproduktion är just känd för att påverka rotsystemets utformning som exempelvis Islam et al. (2006) har dokumenterat. De använde pluggar som var formade som uppochnedvända pyramider, hade odlats 11 respektive 15 dygn, och i plugg som hade volymen 55 ml. Vid tidig skörd, 73 dagar efter plantering, var det signifikant större vikt lagringsrötter för den stora pluggtypen mot kontrollen med orotade sticklingar. Skörd 115 dagar efter plantering innebar också signifikant större vikt lagringsrötter för båda pluggtyperna, mot kontrollen.

Islam et al. (2002) jämförde runda plugg med olika volymer (35 respektive 55 ml) som odlats under 15 dygn, mot kontroll med örtartade sticklingar. Vid skörd 65 och 128 dagar efter plantering var vikt lagringsrötter per planta, signifikant större för samtliga pluggtyper än för de örtartade sticklingar. Av båda pluggtyperna var det dock 14% respektive 15% av lagringsrötterna som var skruvade eller abnormala.

Dock fick Lewthwaite & Triggs (1999) inte alls samma resultat i ett försök. Där fanns det inga tecken på deformerade rötter, men salufärdig skörd var liknande den för rotade sticklingar (endast en av fyra undersökta sorter visade på ett signifikant resultat). Samtidigt var kulturtiden 35 dygn, och pluggvolymerna endast 45 ml, respektive 16 ml! Emellertid framgick det inte vilken typ av sticklingar som använts, bara att de bestod av tre noder.

Enligt Ching (2000) erhöles störst skörd från stora runda plugg, i jämförelse med lite mindre plugg som var formade som uppochnedvända pyramider. Ett konstaterande var även att rotsystemen i de runda pluggen gick mer i cirklar och resulterade i skruvade lagringsrötter. De pyramidformade fick istället mer förgrenade och nedåtriktade rötter. De runda pluggen resulterade även i signifikant fler ”små lagringsrötter” och mer ”Cull” än de pyramidformade pluggen.

He et al. (2000) jämförde pluggplantor av två olika volymer mot örtartade sticklingar, och märkte att sticklingarna stressades vid planteringen och att det tog 15 dygn innan de hade återhämtat sig. Vidare visade det sig att vikten på rotsystemen som tillhörde pluggplantorna var 3-3,9 gånger större än de örtartade sticklingarna 90 dagar efter plantering.

Kombinationen för många och för gamla noder på sticklingarna, i samband med för lång tid som pluggplantorna odlades i växthus, bör inte ha varit idealiskt. Läger man sedan till problemet med SR-initierade AR som vuxit fast i spridarmattan så hade det nog sammanlagt haft en nästan förödande effekt på kvalitet och kvantitet av de skördade SR!

Extra påtagligt var det förstås för de små pluggen som haft den minsta substratmängden i förhållande till sticklingsstorleken. Och än mer påtagligt måste det ha varit för de sticklingar som även fått rötterna avlägsnade. De bör på alla sätt och vis ha fått en mindre skörd av på grund av den stora mängden SR som initierats och sedan avlägsnats. De SR som hade de typiska tvådelade utformningarna kan kanske härledas till den här problematiken. Det går mycket riktigt att utläsa att mängden ”No.1” var lägst i behandlingarna där rötterna

avlägsnats, och att den var signifikant ($p < 0,01$) mot de behandlingar där rötterna var kvar (Figur 5 A). Utmärkande låga värden fanns också hos mängden "Rent".

Mycket riktigt hörde behandlingarna med liten plugg till de som hade lägst värde på "No.1" och "rent", även om de inte var signifikanta.

Trots att pluggplantorna med intakta rötter hade högst vikt lagringsrötter, så var det också troligtvis de som resulterade i mest "nystan". Rotsnurr hade ju konstaterats redan vid 4-5 dygn, och vid pluggplantproduktionens slut så var inga rötter i särskilt god kondition.

I Chings (2000) försök så går det lätt att tolka de cirkelformade rotsystemen som något i närheten av rotsnurr, och det verkar absolut vara så att de adventivrötter som börjar snurra sig, även kommer att ha den formen som färdiga lagringsrötter.

Liknande resultat med deformerade lagringsrötter där pluggplantor har varit utgångsmaterial, såg Haitzmann (2016) i ett försök i södra Tyskland. Utgångsmaterialet i försöket var både små pyramidformade plugg, och lite större runda plugg, där rotsystemen skilde sig åt väsentligt! De pyramidformade pluggplantorna var lätt genomrotade och de runda pluggplantorna hade omfattande rotsnurr. En del av de lagringsrötter som de skördade hade praktiskt taget identiska "nystan", och de menade att orsaken till det var otillräckligt plantkvalitet. Det var inte tydligt beskrivet vilka pluggplantor som resulterade i "nystan", men det är svårt att tro att det inte skulle vara de större pluggen med mycket rotsnurr.

Nästan samma resultat fick ¹Leif Thore Bjertnæs (2017) under försöksodlingar 2015 och 2016. Det var pluggplantor från en av producenterna som Haitzmann (2016) använde sig av i sitt odlingsförsök. Flera lagringsrötter såg ut som "nystan", och det kunde härledas till pluggplantorna som hade rotsnurr.

Planteringsdjup

Hos båda pluggåldrarna i Islam et al. (2006) försök, var det mindre antal deformerade lagringsrötter vid en djup plantering, än vid en ytlig plantering. Samtidigt så var det högst skörd för de pluggplantor som planterats djupt. Pluggplantor som var 11 dygn och planterades ytligt, hade samma procentandel deformerade lagringsrötter som pluggplantor som var 15 dygn och planterades djupt.

I Figur 5 B går det att utläsa att mängden Cull var signifikant större bland pluggplantorna som planterats djupt, än de som planterats ytligt. Det kan tolkas som att de hade potential att bilda lagringsrötter av hög kvalitet under mer fördelaktiga förhållanden. En djup plantering bör alltså vara att föredra, särskilt om pluggplantornas kulturtid varit lite längre än planerat.

Om inte mer fördelaktiga förhållanden råder, så är det tvärtom negativt med en djup plantering. Det är en logisk förlängning av Ma et al. (2015) information om antalet adventivrötter som kan bildas vid respektive nod. En djup plantering innebär fler och gissningsvis ”äldre” noder under marken, och således också potential för fler lagringsrötter. Samtidigt förutsätter det att det är tillräckligt bra förhållanden för att ett större antal lagringsrötter ska uppnå en önskvärd kvalitet.

Ytterligare faktorer som påverkar skörden

Vatten

Mängden vatten är något som kan påverka bladverket väldigt negativt (van Heerden & Laurie 2008). De kunde se en tydlig försämring i skörd på grund av att bladverket inte hade vuxit till tillräckligt. Det fanns dock sortskillnader, och olika bevattningsregimer påverkade sorterna på olika sätt! En sort presterade bättre under lägre bevattning, och svarade samtidigt med en betydligt större skörd vid ökad bevattning!

Siqinbatu et al. (2013) såg att en ”lagom” vattennivå hade bäst effekt på utvecklingen av lagringsrötter. Lämpligt var en grundvattennivå på 20-25 cm, och var betydligt sämre vid 15 och 30 cm. För bästa utveckling var det alltså lämpligt att justera mängden bevattning så att det inte blev för mycket (koldioxidackumulering), samt dimensionering av odlingsbädden!

Liknande resultat fick Ghuman & Lal (1983) där störst skörd av lagringsrötter blev vid vattennivå på 15 och 50 cm djup.

Även Lewthwaite & Triggs (2012) studerade effekten av torka på utveckling av lagringsrötter, och såg tydliga sortskillnader. Ett par sorter producerade större skörd vid vattenstress än vid välvattning. Vidare var det kvalitetsförändring där många sorter producerade storleksmässigt mindre lagringsrötter vid torkstress.

Stor negativ effekt på utvecklingen av lagringsrötter fick Solis et al. (2014), när de jämförde plantor som inte fått någon bevattning (med enbart nederbörd) med plantor som fått bevattning så att 50% fältkapacitet med bibehölls. Bevattning resulterade i signifikant fler lagringsrötter av högsta kvalitet (U.S. #1), och total mängd lagringsrötter.

Vid vilken tidpunkt på odlingssäsongen som torkan uppstår har också stor betydelse för lagringsrotinitiering och utveckling enligt Gajanayake et al. (2013). De undersökte effekten av olika bevattningsregimer under början på odlingssäsongen. Deras slutsats var att mängden lagringsrötter ökade med bevattning upp till en specifik nivå. Samtidigt minskade tiden till att

50% av adventivrötterna hade initierats till lagringsrötter. Detta tog ca 21 och ett halvt dygn för den ena sorten och 20 och ett halvt dygn för den andra sorten. Bevattningsnivåerna vid snabbast lagringsrotinitiering varierade också med sorterna.

Gajanayake & Reddy (2016) såg att en stor mängd tillförd bevattning under senare delen av odlingssäsongen ökade mängden bladverk och stammar, på bekostnad av mängden lagringsrötter. Tidigare på säsongen var det dock önskvärt med mer bevattning då det medförde en större mängd bladverk och stammar. Deras slutsats var att det antydde en allokering av assimilatat till lagringsrötterna, då de växte mer till följd av en viss torkstress.

Det stödjer en teori att 'Bellevue' skulle kunna vara mer känslig mot torkstress än 'Orleans', särskilt under mitten av odlingssäsongen. Att 'Bellevue' hade fler lagringsrötter som var långa och smala och tycktes söka sig längre ut mot bevattning och raderna (där nederbörden ansamlades), kan vara ett bevis på det. Vidare kan torkstressen under mitten till senare delen på säsongen haft en negativ effekt på både 'Orleans' och 'Bellevue' med tanke på den sparsamma bevattningen som tillfördes under den perioden.

Lebot (2009) anger att en minskad bevattning också kan innebära att blommor lättare bildas. Blomning skedde enbart på plantor med 'Bellevue' och är också tänkbart bevis på att 'Bellevue' var mer negativt influerad av torkstress.

Näring

De näringsämnen som finns mest dokumenterade och som är viktigaste för lagringsrotutveckling, är kväve och kalium.

Enligt rekommendationen från ²Vilam Zvalo (2016) så behöver nya sorter (till vilka 'Orleans' och 'Bellevue' anses vara) ca 110-130 kg N / ha för att utvecklas bra, och enligt jordprovet och den tillförda gödslingen så hade det gått åt 132 kg N / ha för försöksodlingen (se bilaga 8. "Jordprov 2016-05-25", bilaga 9 "Jordprov 2016-11-09", och bilaga 10 "Jordprov 2016-11-24").

Näringstillförsel tycks annars vara något som är typiskt sortberoende. Osaki et al. (1995) kunde se att en negativ inverkan på tillväxten skedde redan vid motsvarande 30 g N / m² för sorten 'Beniazuma'.

Det finns dock inga försök som antyder att det skulle vara olika näringskrav mellan 'Bellevue' och 'Orleans'.

Ankuma et al. (2003) såg att det var mer fördelaktigt med att dela upp kvävegivan i två. Det var den bästa metoden för samliga sorter, även om det varierade en del mellan sorterna.

Metoden att fördröja gödslingen till ca 3-4 veckor efter planteringen, var det absolut bästa i ett försök som Phillips et al. (2005) gjorde. Mängden som krävdes för bäst resultat var också avsevärt lägre än den allmänt gällande rekommendationen för det område där odlingen skedde.

Rikliga mängder kalium har visat sig krävas för en tillfredsställande utveckling av lagringsrötter. Samtidigt inverkar stora mängder kväve negativt på lagringsrotbildningen, om det samtidigt är lite kalium i marken (Lebot 2009).

Vad som är idealisk mängd kalium tycks, på samma sätt som med kväve, variera med både sorter och odlingsplatser. Exempelvis kom Wang et al. (2015) fram till att bäst mängd kalium (i form av dikaliumsulfat) var 450 kg / ha, för ett antal olika testade sorter.

Liknande värde på 300 kg / ha kalium (i form av dikaliumsulfat), såg George et al. (2002) som idealiskt i ett annat försök.

En ytterlighet i mest lämplig mängd tillförd kalium såg Filho et al. (2016), med låga 87 kg / ha (i form av dikaliumoxid).

I samtliga fall rörde det sig om olika sorter som undersöktes.

Vid odlingsförsöket med 'Bellevue' och 'Orleans' så hade allt kalium, som tillförts med gödslingen, tagits upp (se bilaga 8. "Jordprov 2016-05-25", bilaga 9 "Jordprov 2016-11-09", och bilaga 10 "Jordprov 2016-11-24"). Vid det första jordprovet var mängden kalium 17 mg / 100 luft, och vid det andra jordprovet var mängden 18 mg / 100 g luft.

Temperatur

Lebot (2009) anger att idealisk marktemperatur för rotutveckling är 25° C, och att temperaturer under 15°C och över 35° C starkt hämmar tillväxten!

Gajanayake et al. (2014) undersökte olika natt-/dagtemperaturer (i luft), på krukodlade sötpotatisplantor, och märkte att den temperatursom var bäst för utveckling av adventivrötter och lagringsrötter var 29,5 °C. Försöket studerade temperatureffekten under den tidiga delen av odlingssäsongen. Dock var den totalt sett bästa temperaturen för total skörd lagringsrötter 26,5 °C. För bladutvecklingen låg temperaturminimum på 15,5 °C.

I ett senare försök undersöktes även temperatureffekten under mitten och slutet på säsongen, och där visade det sig att den temperatur som gav störst mängd lagringsrötter var 24 °C (Gajanayake et al. 2015).

Låg temperatur (under 15 °C) kan alltså inverka mycket negativt på lagringsrötterna, och det kunde möjligtvis ha bidragit till mekaniska skador där rötter lättare kunde utvecklas. Mycket riktigt kunde mörka och insjunkna partier ses på flera lagringsrötter (se bilaga 7 ”Deformerade/skadade lagringsrötter” G och H). Eftersom ’Bellevue’ verkade producera en större mängd röta, så skulle det kunna innebära att den sorten är mer känslig för låga temperaturer än ’Orleans’(Figur 5 C).

Skördetidpunkt – post harvest

Både ’Orleans’ och ’Bellevue’ bör kunna skördas mellan 95-110 dagar efter plantering (La Bonte et al 2013; La Bonte et al. 2005), vilket är betydligt kortare tid än när de skördades i odlingsförsöket. Meteorologiska data (Tabell 1) visade också att medelmarktemperaturen på 5 och 20 centimeters djup var 11,3° C respektive 12,3° C under oktober då skörden var. Det innebar att ingen tillväxt kunde ske under den perioden. Då lägsta tillväxttemperatur för sötpotatis är 15° C, så borde skördedatumet snarare ha varit i slutet på september, det vill säga ca 3 veckor tidigare.

Slutsatser

Planteringsdjup, pluggålder och pluggstorlek

Odlingen på friland bör anpassas efter ålder på pluggplanta, storlek på pluggplanta, planteringsdjup, sort, och hur lång tid kulturtiden är! Det är viktigt att försöka se till vilken kvalitet som önskas, och vilka mängder. En pluggplanta bör ha rätt ålder i förhållande till storleken och planteringsdjupet! Utifrån vilken skördeparameter som man är mest intresserad av (stora eller små lagringsrötter), så bör pluggplantorna anpassas därefter.

Sort

Det fanns relativt stora skillnader i kvalitet och kvantitet mellan de båda sorterna, och mer information behövs om sortegenskaper som är lämpliga för svenska odlingsförhållanden. Det är nödvändigt att utvärdera fler sorter för att hitta det bästa växtmaterialet.

Kombinationen sort och planteringsdjup, pluggålder och pluggstorlek är det som i stort avgör odlingsresultatet. De kombinationer av pluggegenskaper som innehöll sorten 'Orleans', hade generellt sett bäst kvalitativ och kvantitativ skörd i odlingsförsöket.

Näring

Det verkade vara tillräcklig gödsling men den skedde nog vid fel tillfällen. Det var en stor grundgödsling, men det hade nog varit bättre med ett annat gödslingsschema. En lösning skulle kunna vara gödslingsschema med 40 kg N / ha som grundgödsling, och sedan 3 stycken gödslingstillfällen med 3 veckor efter varandra, med vardera 30 kg N / ha per tillfälle. Kan även ta prover på lagringsrötterna och jämföra med referensvärden, för att se om näringsvärdena skiljer sig åt.

Vatten

Det var tillräckligt med vatten under etableringsfasen, men det hade behövts mer vatten när bladverket växte till. Lösning på det är att försöka mäta markfuktigheten under plasten, och sedan anpassa vattningen efter det. Bevattningen bör ha varit regelbunden och anpassats till klimatet, samt minskat lite ett par veckor innan skörden. En visuell analys bör vara en komplettering, eftersom bladverket och stammar ändrar struktur och form vid torkstress. Det är också sortberoende, vilket också måste tas hänsyn till och dokumenteras!

Skörd och temperatur

Det var för låg marktemperatur och lufttemperatur när skörden skedde. Det var för sent på säsongen och borde ha skett tidigare. För att råda bot på det så bör antalet dagar räknas och jämföras med respektive sorts kulturtid för bästa lagringsrotutveckling. Om en sorts kulturtid är ca 120 dagar så bör en provgrävning ske någon vecka innan det, för att se hur lagringsrötterna har utvecklats, och om de är skördeklara. Det skulle även gå att göra en analys av näringsinnehållet och jämföra det med referensvärden för respektive sort, om det går att hitta den typen av information. Slutligen så går det att försöka räkna ut lämpligt skördedatum med hjälp av graddagar. Vad som är bäst där bör variera med jordart, sort, markfuktighet och så vidare. Meteorologiska data finns i regel tillgängligt och är förmodligen ett väldigt bra komplement till provgrävningar.

De siffror som förmodligen är mest intressanta för odlare och investerare är den teoretiska skördenivån per hektar och en ungefärlig uträkning är som följer.

Plantdensiteten var 6 st per löpmeter, och 4 st plantor per kvadratmeter.

På ett hektar var det då 40 000 plantor.

Det man kan få ut med bästa pluggegenskapskombinationen (nummer 15) för "Rent", som är mest rättvisande, är då ca 3 replikat = 9 löpmeter = 54 st plantor = 13,5 kvadratmeter.

Totalvikt = 35,4 kg.

$35,4 \text{ kg} / 13,5 \text{ kvadratmeter} = 2,6 \text{ kg per kvadratmeter}$

Per planta är det då $2,6 \text{ kg} / 4 \text{ st plantor} = 0,7 \text{ kg} \rightarrow \text{per ha} = 40000 \times 0,7 \text{ kg} \rightarrow 28 \text{ ton / ha}$

Lägger man till vikten för "Röta" och en viss del av "Cull", d.v.s. om odlingstekniken varit bättre och ingen röta och kanske 50% av "Cull", kunde räknas bort så borde det vara ytterligare ca 10,5 kg. Det skulle innebära en vikt per planta på 0,8-0,9 kg

Skördenivån landar då på ca 34 ton / ha.

En annan bevattnings- och gödslingsstillförsel, samt skördetidpunkt lär resultera i en ytterligare ökning, och potential finns säkerligen för skördar över 40 ton / ha!



Figur 6 Skördade lagringsrötter av 'Bellevue'.



Figur 7 Skördade lagringsrötter av 'Orleans'.

Under 2017 genomförs en försöksodling, finansierad av SLU, Hushållningssällskapet Skåne, Sydgrönt ekonomisk förening, samt Elitplantstationen. Syftet är att jämföra kvaliteten hos inhemsk producerat plantmaterial med importerat plantmaterial.

Resultaten visar att det är fullt möjligt att odla sötpotatis i Sverige (Figur 6 och 7), men det krävs ytterligare studier för att säkerställa vilken pluggtyp som är mest lämplig för ett odlingssystem med svenska odlingsförhållanden.

Det finns potential för sötpotatisodling i Sverige om man ser till fördelarna i växtföljden, framtida gynnsamt klimat, näringsämnen och forskning. Detta gynnar både odlare och konsumenter, vilket medför att sötpotatisen är en gröda för framtiden!

Källförteckning

- Aldén, B., Ryman, S. (2009). *Våra kulturväxters namn*. Stockholm: Formas
- Ankumah, R.O., Khan, V., Mwamba, K., Kpomblekou-A, K. (2003). The influence of source and timing of nitrogen fertilizers on yield and nitrogen use efficiency of four sweet potato cultivars. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2003. Vol. 100. pp. 201–207.
- Belehu, T., Hammes, P.S, Robbertse, P.J. (2004). The origin and structure of adventitious roots in sweet potato (*Ipomoea batatas*). *Australian journal of botany*. 2004. Vol. 52. pp. 551-558.
- Bryan, A.D., Schulthesis, J.R., Pesic-VanEsbroeck, Z., Yencho, G.C. (2003) Cultivar decline in sweetpotato: II. Impact of virus infection on yield and storage root quality in 'Beauregard' and 'Hernandez'. *Journal of the American society for horticultural science*. 2003. Vol. 128(6). pp. 856-863.
- Cevallos-Casals, B.A., Cisneros-Zevallos, L.A. (2002). Bioactive and functional properties of purple sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Ames, T. (red.), *First proceeding IS on sweetpotato*. Acta Hort 583. ISHS 2002.
- Ching, A. (2000). The effect of transplant container cell shape on vegetative growth and root yield of sweet potato. De Proft, M.P. (red.), *XXV International Horticultural Congress, Part 6: Culture Techniques with Special Emphasis on Environmental Implications Physiological Processes in Plants*. Bryssel, Belgien 2:a Augusti 1998.
- Engel, F. (1970). Exploration of the Chilca Canyon, Peru. *Current Anthropology*. Vol 11(1). pp. 55-58.
- FAO – Food and agriculture organization of the united nations – Faostat (2017). *Crops, regions World+(total), Items - Sweet potato, Elements – Production quantity, Years – 2014*. Tillgänglig: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [2017-03-01].
- Filho, A.B.C, Nascimento, S.MC., Silva, A.SN., Vargas, P.F. (2016). Agronomic performance of sweet potato with different potassium fertilization rates. *Horticultura Brasileira*. Vol. 34(4). pp. 588-592.
- Gajanayake, B., Reddy, K.R., Shankle, M.W., Arancibia, R.A. (2013). Early-season Soil Moisture Deficit Reduces Sweetpotato Storage Root Initiation and Development. *Journal of the American society for horticultural science* 2013. Vol. 48(12). pp. 1457-1462.
- Gajanayake, B., Reddy, K.R., Shankle, M.W., Arancibia, R.A., Villordon, A.O. (2014). Quantifying Storage Root Initiation, Growth, and Developmental Responses of Sweetpotato to Early Season Temperature. *Agronomy Journal*. 2014. Vol. 106(5). pp. 1795-1804.
- Gajanayake, B., Reddy, K.R., Shankle, M.W. (2015) Quantifying Growth and Developmental Responses of Sweetpotatoto Mid- and Late-Season Temperature. *Agronomy Journal* 2015. Vol. 107(5). pp. 1854-1862.

- Gajanayake, B., Reddy, K.R. (2016). Sweetpotato Responses to Mid- and Late-Season Soil Moisture Deficits. *Crop Science*. 2016. Vol. 56. pp. 1865-1877.
- George, M.S., Lu, G., Zhou, W. (2002). Genotypic variation for potassium uptake and utilization efficiency in sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Field Crops Research*. 2002. Vol. 77. pp. 7-15.
- Ghuman, B.S., Lal, R. (1983). Growth and plant-water relations of sweet potato (*Ipomoea batata*) as affected by soil moisture regimes. *Plant and Soil*. 1983. Vol. 70. pp. 95-106.
- Haitzmann, F - Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau.(2016). Bio-Süßkartoffel im Freiland: Sortenexaktversuch in Niederbayern. Tillgänglig: https://www.lwg.bayern.de/mam/cms06/gartenbau/dateien/2016-g2-11-14_bios%C3%BC%C3%9Fkartoffel_im_freiland_-_versuchsbericht.pdf [2017-03-10]
- Hue, S.M., Chandran, S., Boyce, A.N. (2012). Variations of leaf and storage roots morphology in *Ipomoea batatas* L. (sweet potato) cultivars. I: Kanlayanarat, S., et al. (red.), *2nd Asia Pacific Symposium on Postharvest Research, Education and Extension* (pp. 73-80). Yogyakarta, Indonesien SEP 18-20, 2012.
- Islam, A.F.M.S., Kubota, C., Takagaki, M., Kozai, T. (2002). Sweetpotato Growth and Yield from Plug Transplants of Different Volumes, Planted Intact or Without Roots. *Crop science*. 2002. Vol. 42. pp. 822-826.
- Islam, A.F.M.S., Kubota, C., Takagaki, M., Kozai, T. (2006). Effects of ages of plug transplants and planting depths on the growth and yield of sweetpotato. *Scientia Horticulturae*. 2006. Vol. 108. pp. 121-126.
- La Bonte, D.R., Clark, C.A., Smith, T.P., Villordon, A.Q. (2012). ‘Orleans’ Sweetpotato. *Hortscience*. 2012. Vol. 47(12). pp.1817–1818
- La Bonte, D.R., Clark, C.A., Smith, T.P., Villordon, A.Q., Stoddard, C.S. (2015). ‘Bellevue’ Sweetpotato. *Hortscience*. 2015. Vol. 50(6). pp. 930-931.
- Lebot, V. (2009). *Tropical root and tuber crops: Cassava, Sweet potato, yams and aroids*. Wallingford Oxfordshire: CABI.
- Lee, J.J., Kim, Y-H., Kwak, Y-S., An, J.Y., Kim, P.J., Lee, B.H., Kumar, V., Park, K.W., Chang, E.S., Jeong, J.C., Lee, H-S., Kwak, S-S. (2014). A comparative study of proteomic differences between pencil and storage roots of sweetpotato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *Plant physiology and biochemistry*. 2015. Vol. 87. pp. 92-101.
- Lewthwaite, S.L., Triggs, C.M. (2009). Preliminary study of spatial distribution of sweet potato storage roots. *Agronomy New Zealand*. 2009. Vol 39. pp. 111-122.
- Lewthwaite, S.L., Triggs, C.M. (2009). Sweetpotato cultivar response to prolonged drought. *Agronomy New Zealand*. 2012. Vol 42. pp. 1-10.

- LSUagc - Louisiana state university agricultural center. 2016. *Louisiana sweet potato news*. Louisiana: Louisiana state university agricultural center. Vol 11(1). [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.lsuagcenter.com/~media/system/c/c/b/2/ccb2ae397b820bf7530aed77a4a51d30/sweetpotatonewssummer2016pdf.pdf>
- Ma, J., Aloni, A., Villordon, A., Labonte, D., Kfir, Y., Zemach, H., Schwartz, A., Althan, L., Firon, N. (2015). Adventitious root primordia formation and development in stem nodes of 'Georgia Jet' sweetpotato, *Ipomoea batatas*. *American journal of botany*. 2015. Vol. 102(7). pp 1040-1049.
- Meyers, S.L., Arancibia, R.A., Shankle, M.W., Main, J., Gajanayake, B., Reddy, K.R. – Mississippi state university. (2014). *Sweet potato storage root initiation*. Mississippi: Mississippi state university extension service. P2809. [Broschyr] Tillgänglig: <http://extension.msstate.edu/sites/default/files/publications/publications/P2809.pdf> [2017-02-01].
- Montenegro, Á., Avis, C., Weaver, A. (2007). Modeling the prehistoric arrival of the sweet potato in Polynesia. *Journal of archeological science*. 2008. Vol. 35. pp. 355-367.
- Osaki, M., Ueda, H., Shinano, T., Matsui, H., Tadano, T. (1995). Accumulation of Carbon and Nitrogen Compounds in Sweet Potato Plants Grown under Different Nitrogen Application Rates. *Japanese society of soil science and plant nutrition*. 1995. Vol. 41(3). pp. 547-555.
- Padda, M.S., Picha, D.H. (2007). Antioxidant activity and phenolic composition in 'Beuregard' sweetpotato are affected by root size and leaf age. *Journal of the American society for horticultural science*. 2007. Vol. 132(49). pp. 447-451.
- Phillips, S.B., Warren, J.G., Mullins, G.L. (2005). Nitrogen rate and application timing affect 'Beauregard' sweetpotato yield and quality. *Journal of the American society for horticultural science*. 2005. Vol. 40(1). pp. 214-217.
- Rautenbach, R., Faber, M., Laurie, S., Laurie, R. (2010). Antioxidant capacity and antioxidant content in roots of 4 sweetpotato varieties. *Journal of food science*. 2010. Vol. 75(5). pp.400-405.
- Roullier, C., Duputié, A., Wennekes, P., Benoit, L., Bringas, V. N. F., Rossel, G., Tay, D., McKey, D., Lebot, V. (2013). Disentangling the origins of cultivated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L. Lam.)). *Plos one*. 2013. Vol. 8(5).
- Roullier, C., Kambouo, R., Paofa, J., McKey, D., Lebot, V. (2013). On the origin of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genetic diversity in New Guinea, a secondary centre of diversity. *Heredity*. 2013. Vol. 110. pp 594-604.
- Sigill kvalitetssystem AB (2014). *Vad är IP-certifiering?* Tillgänglig: <http://sigill.se/IP-STANDARD/CERTIFIERING-ENLIGT-IP/CERTIFIERING-ENLIGT-IP/VAD-AR-IP-CERTIFIERING/> [2017-03-03]

- Siqinbatu, Kitaya, Y., Hirai, H., Endo, R., Shibuya, T. (2013). Effects of water contents and CO₂ concentrations in soil on growth of sweet potato. *Field Crops Research*. 2013. Vol. 152. pp. 36-43.
- SJV – Svenska jordbruksverket. (2016a). Jordbruksstatistisk sammanställning 2016. Kapitel 5 Trädgårdsodling.pdf. [Broschyr] Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/download/18.4a82b0a7155953b608a9c894/1467200348630/Kapitel+5+Tr%C3%A4dg%C3%A5rdsodling.pdf>
- SJV – Svenska jordbruksverket. (2016b). *Klimatförändringar påverkar jordbruket*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoklimat/klimatanpassningavjordbruket/klimatforandringarpaverkarjordbruket.4.e01569712f24e2ca09800012513.html>. [2017-03-01].
- Solis, J., Villordon, A., Baisakh, N., La Bonte, D., Firon, N. (2014). Effect of Drought on Storage Root Development and Gene Expression Profile of Sweetpotato under Greenhouse and Field Conditions. *Journal of the American society for horticultural science*. 2014. Vol. 139(3). pp. 317-324.
- Somda, Z.C., Kays, S.J. (1990). Sweet potato canopy architecture: branching pattern. *Journal of the American society for horticultural science*. 1990. Vol. 115(1). pp. 39-45.
- Somda, Z.C., Kays, S.J. (1990). Sweet potato canopy morphology: leaf distribution. *Journal of the American society for horticultural science*. 1990. Vol. 115(1). pp. 33-38.
- Srisuwan, S., Sihachakr, D., Siljak-Yakovlev, S. (2006). The origin and evolution of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) and its wild relatives through the cytogenetic approaches. *Plant science*. 2006. Vol. 171. pp. 423-433.
- USDA – United States department of agriculture – Agricultural research service (2016a). *National nutrient database for standard reference release 28. Full report (all nutrients): 11508, Sweet potato, cooked, baked in skin, flesh, without salt*. Tillgänglig: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3208?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=50&sort=default&qlookup=sweet+potato&offset=&format=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing=> [2017-02-25].
- USDA – United States department of agriculture – Agricultural research service (2016b). *National nutrient database for standard reference release 28. Full report (all nutrients): 11507, Sweet potato, raw, unprepared*. Tillgänglig: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3207?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&man=&lfacet=&count=&max=50&sort=default&qlookup=sweet+potato&offset=&format=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=&qt=&qp=&qq=&qn=&q=&ing=> [2017-02-25].
- Van Heerden, P.D.R., Laurie, R. (2008) Effects of prolonged restriction in water supply on photosynthesis, shoot development and storage root yield in sweet potato. *Physiologia Plantarum*. 2008. Vol. 134. pp. 99-109.

- Villaviciencio, L.E., Blankenship, S.M., Yencho, G.C. (2007). Temperature effect on skin adhesion, cell wall enzyme activity, lignin content, anthocyanins, growth parameters, and periderm histochemistry of sweetpotato. *Journal of the American society for horticultural science*. 2007. Vol. 132(5). pp. 729-738.
- Wang, J.D., Wang, H., Zhang, Y., Zhou, J., Chen, X. (2015). Intraspecific variation in potassium uptake and utilization among sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) genotypes. *Field Crops Research*. Vol. 170. Pp. 76-82.
- Zhang, D., Cervantes, J., Huamán Z., Carey, C., Ghislain, M. (2000). Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. *Genetic resources and crop evolution*. 2000. Vol. 47. pp. 659-665.

Icke publicerat material.

- ¹ Intervju med Leif Thore Bjertnæs. Grönsaksodlare Bjertnæs & Hoel. 2017-01-26
- ². E-postkorrespondens med Viliam Zvalo. Disputerad, arbetar med grönsaksforskning i Toronto, via Helena Karlén (2016).

Bilaga 1: Pluggar och plantmaterial



A. Överst: stor plugg med längd 100 mm. Nederst liten plugg med längd 70 mm.



B. Överst: Stickling 'Orleans'. Nederst: Stickling 'Bellevue'.



C. Toppsticklingar med 'Bellevue'.



D. Ledsticklingar med 'Bellevue'.



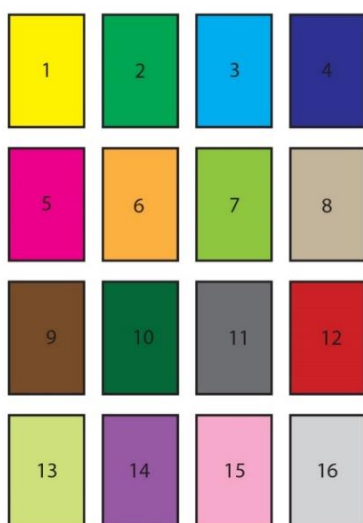
E. Ledsticklingar med 'Orleans'.



F. 70 mm plugg med stucken ledstickling med 'Bellevue'.

Bilaga 2: Odlingssyta försöksodling

Odlingssyta: Försöksodling av sötpotatis 2016



Plugggenskapskombination

- 1 = Bel - Liten - 1 - R
- 2 = Bel - Liten - 1 - O
- 3 = Bel - Liten - 2 - R
- 4 = Bel - Liten - 2 - O
- 5 = Bel - Stor - 1 - R
- 6 = Bel - Stor - 1 - O
- 7 = Bel - Stor - 2 - R
- 8 = Bel - Stor - 2 - O
- 9 = Orl - Liten - 1 - R
- 10 = Orl - Liten - 1 - O
- 11 = Orl - Liten - 2 - R
- 12 = Orl - Liten - 2 - O
- 13 = Orl - Stor - 1 - R
- 14 = Orl - Stor - 1 - O
- 15 = Orl - Stor - 2 - R
- 16 = Orl - Stor - 2 - O

Bel = 'Bellevue'

Orl = 'Orleans'

1 = Planteringsdjup 1 nod

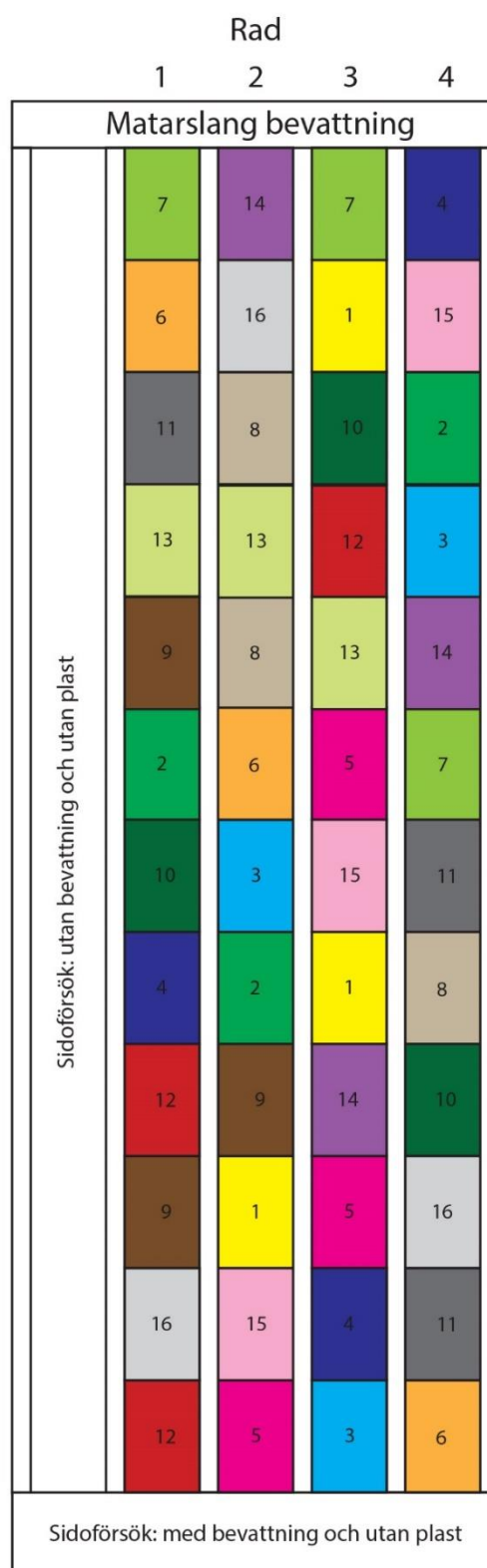
2 = Planteringsdjup 2 noder

R = Intakta rötter

O = Delvis avlägsnade rötter

Liten = 7 cm hög plugg

Stor = 10 cm hög plugg



1m



Bilaga 3: Jämförelse pluggtillväxt 'Bellevue' (1/3)



2016-05-26



2016-05-26



2016-05-26



2016-05-26



2016-05-28



2016-05-28



2016-05-28



2016-05-28



2016-05-30



2016-05-30



2016-05-30



2016-05-30



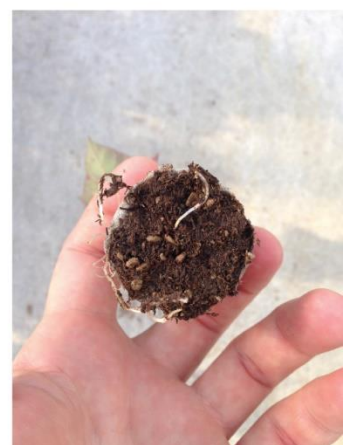
2016-06-01



2016-06-01



2016-06-01



2016-06-01

Bilaga 3: Jämförelse pluggtillväxt 'Bellevue' (2/2)



2016-06-03



2016-06-03



2016-06-03



2016-06-03



2016-06-06



2016-06-06



2016-06-06



2016-06-06



2016-06-07



2016-06-07



2016-06-07



2016-06-07

Bilaga 4: Jämförelse pluggtillväxt 'Orleans' (1/2)



2016-05-26



2016-05-26



2016-05-26



2016-05-26



2016-05-28



2016-05-28



2016-05-28



2016-05-28



2016-05-30



2016-05-30



2016-05-30



2016-05-30



2016-06-01



2016-06-01



2016-06-01



2016-06-01

Bilaga 4: Jämförelse pluggtillväxt 'Orleans' (2/2)



2016-06-03



2016-06-03



2016-06-03



2016-06-03



2016-06-06



2016-06-06



2016-06-06



2016-06-06



2016-06-07



2016-06-07



2016-06-07



2016-06-07

Bilaga 5: Tillväxtutveckling friland (1/3)



2016-06-10



2016-06-18



2016-06-28



2016-07-05



2016-07-14



2016-07-21

Bilaga 5: Tillväxtutveckling friland (2/3)



2016-07-27



2016-08-02



2016-08-05



2016-08-08



2016-08-16



2016-08-23

Bilaga 5: Tillväxtutveckling friland (3/3)



2016-08-30



2016-09-13



2016-09-20



2016-09-28



2016-10-04

Bilaga 6: Sidoförsök



Tillväxt med bevattning, utan plast 2016-06-28



Tillväxt med bevattning, utan plast 2016-09-28



Tillväxt utan bevattning, utan plast 2016-06-28



Tillväxt utan bevattning, utan plast 2016-09-28



Jämförelse ledsticklingar (nr 1,2,3) och toppsticklingar (nr 3,4). Från vänster till höger: Utan vatten och utan plast; Med vatten utan plast; Med vatten utan plast; Med vatten och plast; Med vatten och plast.

Bilaga 7: Deformerade/skadade lagringsrötter



A. Tunn rot och uppsvällad del.



B. "Nystan" med lagringsrötter.



C. Skador vid skörd och knäpparlarver.



D. Lagringsrötter med skottbildning.



E. Sorkangrepp



F. Boll- och cylinderformation.



G. Insjunkna partier



H. Insjunkna partier och lite röta.



I. Kraftigt rötangrepp.

Bilaga 8: Jordprov 2016-05-25

Analysrapport



+ Alnarps Trädgårdslaboratorium SLU Alnarp
Alexandra Nikolic
Box 52
230 53 Alnarp

Rapport utfärdad av
ackrediterat laboratorium
Report issued by
Accredited Laboratory



Journalnr	JX001819-16	Sida 1 (2)				
Kundnr	8442664-2084652					
Provtyp	Jordprov, övrigt					
		Provet ankom		2016-05-25		
		Analysrapport klar		2016-06-08		
Provets märkning	Sötpotatis					
Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort	
pH	6.9		± 0.3	SS-ISO 10390:2007	KFA	
Fosfor Lättlösligt P-AL	18	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KFA	
Fosfor Lättlösligt P-AL Klass	V		± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KFA	
Kalium Lättlösligt K-AL	17	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KFA	
Kalium Lättlösligt K-AL Klass	IV		± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KFA	
Magnesium Lättlösligt Mg-AL	14	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KFA	
K/Mg kvot	1.2				KFA	
Kalcium Lättlösligt Ca-AL	220	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KFA	
NH4-N (CAT)	<8	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KFA	
NO3-N (CAT)	9	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KFA	
Koppar (CAT)	2.9	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KFA	
Mangan (CAT)	120	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KFA	
Järn (CAT)	680	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KFA	
Zink (CAT)	5.6	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KFA	
Sulfatsvavel	3.9	mg/kg			KFA	
Bor	1.2	mg/kg luft	± 20 %	SLL.1979.11 mod för mullr.jord	KFA	
Mullhalt	3.2	%	± 15 %	KLK 1965:1	KFA	
Lerhalt	13	%	± 20 %	SS ISO 11277 mod	KFA	
pH-mål	6.2			Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KFA	
Kalkbehov pH-mål	0	ton CaO/ha		Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KFA	
Kalkbehov pH 6.3	0	ton CaO/ha		Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KFA	
Kalkbehov pH 6.8	0	ton CaO/ha		Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KFA	
Ammoniumkväve	13.3	kg/ha	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, ANE	KFA	
Ammonium-kväve	0.344	mg/100g TS	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, ANE	KFA	
Nitratkväve	26.1	kg/ha	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, ANE	KFA	
Nitrat-kväve	0.673	mg/100g TS	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, ANE	KFA	
Summa kväve	39.4	kg/ha			KFA	

Björn Gustavsson, Agr. Dr

Kopia till:

Karlén Helena

Eurofins Agro Testing Sweden AB, Box 9024, 291 09, Kristianstad, Sweden + 46 (0)10 490 8300 www.eurofins.se

Förklaring till förkortningar och *, se omstående sida.

Bilaga 9: Jordprov 2016-11-09

Analysrapport



Alnarps Trädgårdslaboratorium SLU Alnarp
Fredrik Alfsson
Växthusvägen 14
230 53 Alnarp

Rapport utfärdad av
ackrediterat laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Journalnr	JX003746-16	Sida 1 (1)			
Kundnr	8442664-2091529				
Provtyp	Jordprov, övrigt				
Uppdragsmärkning	639ANC				
		Provet ankom	2016-11-09		
		Analysrapport klar	2016-11-22		
Provets märkning	1				
Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort
pH	6.9		± 0.3	SS-ISO 10390:2007	KF
Fosfor Lättlösligt P-AL	18	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KF
Fosfor Lättlösligt P-AL Klass	V		± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KF
Kalium Lättlösligt K-AL	18	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KF
Kalium Lättlösligt K-AL Klass	IV		± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KF
Magnesium Lättlösligt Mg-AL	15	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KF
K/Mg kvot	1.2				KF
Kalcium Lättlösligt Ca-AL	220	mg/100g luft	± 20 %	SS028310T1/SS-EN ISO11885:2	KF
NH4-N (CAT)	<8	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KF
NO3-N (CAT)	9	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KF
Koppar (CAT)	2.6	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KF
Mangan (CAT)	92	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KF
Järn (CAT)	1100	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KF
Zink (CAT)	4.2	mg/kg	± 20 %	mod. SS-EN 13651	KF
Sulfatsvavel	17	mg/kg			KF
Bor	1.2	mg/kg luft	± 20 %	SLL.1979.11 mod för mullr.jord	KF
Mullhalt	3.6	%	± 15 %	KLK 1965:1	KF
Lerhalt	10	%	± 20 %	SS ISO 11277 mod	KF
pH-mål	6.1			Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KF
Kalkbehov pH-mål	0	ton CaO/ha		Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KF
Kalkbehov pH 6.3	0	ton CaO/ha		Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KF
Kalkbehov pH 6.8	0	ton CaO/ha		Jordbruksinform. 11 -2013, SJV	KF

Björn Gustavsson, Agr. Dr

Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad

Kopia till:

Nikolic Alexandra

Eurofins Agro Testing Sweden AB, Box 9024, 291 09, Kristianstad, Sweden + 46 (0)10 490 8300 www.eurofins.se

Förklaring till förkortningar och *, se omstående sida.

Analysrapport



Alnarps Trädgårdslaboratorium SLU Alnarp
Fredrik Alfsson
Växthusvägen 14
230 53 Alnarp

Rapport utfärdad av
ackrediterat laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



Journalnr	JX003930-16	Sida 1 (1)			
Kundnr	8442664-2092383				
Provtyp	Jordprov, övrigt				
Uppdragsmärkning	639ANC				
		Provet ankom	2016-11-24		
		Analysrapport klar	2016-12-02		
Provets märkning	1				
Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort
Ammonium-kväve	0.581	mg/100g TS	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, AN5 KFA	
Nitratkväve	.	kg/ha	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, AN5 KFA	
Nitrat-kväve	0.898	mg/100g TS	± 20 %	ADAS metod 53, AN 5226, AN5 KFA	

Björn Gustavsson, Agr. Dr

Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad

Kopia till:

Alexandra Nikolic

Eurofins Agro Testing Sweden AB, Box 9024, 291 09, Kristianstad, Sweden + 46 (0)10 490 8300 www.eurofins.se

Förklaring till förkortningar och *, se omstående sida.

Bilaga 11: Näringsinnehåll sötpotatis (1/2)
Enligt USDA (2016a; 2016b)

Näringsämne	rå samt oprocessad per 100g ⁺		kokt/bakad inklusive skal per 100g [‡]	
	Värde	Enhet	Värde	Enhet
Vatten	77,28	g	75,78	g
Energi	86	kcal	90	kcal
Energi	359	g	378	g
Protein	1,57	g	2,01	g
Lipider	0,05	g	0,15	g
Aska	0,99	g	1,35	g
Kolhydrater	20,12	g	20,71	g
Fiber	3,0	g	3,3	g
Socketarter (av totala kolhydrater)	4,18	g	6,48	g
Stärkelse	12,65	g	7,05	g
Kalcium	39	mg	38	mg
Järn	0,61	mg	0,69	mg
Magnesium	25	mg	27	mg
Fosfor	47	mg	54	mg
Kalium	337	mg	475	mg
Natrium	55	mg	36	mg
Zink	0,3	mg	0,32	mg
Koppar	0,151	mg	0,161	mg
Mangan	0,258	mg	0,497	mg
Selen	0,6	µg	0,2	µg
Vitamin C	2,4	mg	19,6	mg
Tiamin	0,78	mg	0,107	mg
Riboflavin	0,061	mg	0,106	mg
Niacin	0,557	mg	1,487	mg
Pantonensyra	0,8	mg	0,884	mg
Vitamin B-6	0,209	mg	0,286	mg
Folat, DFE	11	µg	6	
Betain			34,6	mg
Kolin	12,3	mg	13,1	mg
Vitamin A, RAE	709	µg	961	µg
Karoten, beta	8509	µg	11509	µg
Karoten, alfa	7	µg	43	µg
Vitamin A, IU	14187	IU	19218	IU
Vitamin E (alfa-tokoferol)	0,26	mg	0,71	mg
Tokoferol, beta	0,01	mg		mg
Tokoferol, gamma			0,01	mg
Vitamin K (fylloquinon)	1,8	µg	2,3	µg

Bilaga 11: Näringsinnehåll sötpotatis (2/2)
Enligt USDA (2016a; 2016b)

Näringsämne	rå samt oprocessad per 100g ⁺		kokt/bakad inklusive skal per 100g [†]	
	Värde	Enhet	Värde	Enhet
Fettsyror, mättade				
16:0	0,018	g	0,05	g
18:0	0,001	g	0,002	g
18:1	0,001	g	0,002	g
18:2	0,013	g	0,09	g
18:3	0,001	g	0,006	g
Fytosteroler	12	mg		
Tryptofan	0,031	g	0,04	g
Treonin	0,083	g	0,107	g
Isoleucin	0,055	g	0,07	g
Leucin	0,092	g	0,118	g
Lysin	0,66	g	0,084	g
Mitoinin	0,029	g	0,037	g
Cystein	0,022	g	0,028	g
Fenylalanin	0,089	g	0,114	g
Tyrosin	0,034	g	0,044	g
Valin	0,086	g	0,11	g
Arginin	0,055	g	0,07	g
Histidin	0,031	g	0,039	g
Alanin	0,077	g	0,099	g
Aspartinsyra	0,382	g	0,488	g
Glutaminsyra	0,155	g	0,198	g
Glycin	0,063	g	0,081	g
Prolin	0,052	g	0,067	g
Serin	0,088	g	0,113	g